Tecnologia em Climatização Vol. I

Federação das Indústrias do Estado de Pernambuco
Presidente
Jorge Wicks Corte Real

Departamento Regional do SENAI de Pernambuco
Diretor Regional
Antônio Carlos Maranhão de Aguiar

Diretor Técnico
Uaci Edvaldo Matias

Diretor Administrativo e Financeiro
Heinz Dieter Loges

Ficha Catalográfica

621.56.57 SENAI. DR. PE. **Tecnologia em climatização**. Recife,
S474t SENAI.PE/DITEC/DET, 2001, vol. I

1. REFRIGERAÇÃO
2. CLIMATIZAÇÃO - TECNOLOGIA
I. Título

Direitos autorais de propriedade exclusiva do SENAI. Proibida a reprodução parcial ou total, fora do Sistema, sem a expressa autorização do seu Departamento Regional.

SENAI - Departamento Regional de Pernambuco
Rua Frei Cassimiro, 88 - Santo Amaro
50l00-260 - Recife - PE
Tel.: (081) 3416-9300
Fax: (081) 3222-3837

SUMÁRIO

Montagem de Quadro Comando de Balcão, Câmara Frigorífica e Centrais de Condicionador de Ar	05
Seccionador	07
Disjuntores	14
Contatores	16
Mancais	38
Placa de Válvulas	40
Chave de Torque	42
Válvulas de Expansão	56
Abastecimento de Gás em Unidades Frigoríficas	67
Pressão	72
Componentes do Sistema de Refrigeração Comercial	80

MONTAGEM DE QUADRO COMANDO DE BALCÃO, CÂMARA FRIGORÍFICA E CENTRAIS DE CONDICIONADOR DE AR

Ligar Componentes Elétricos

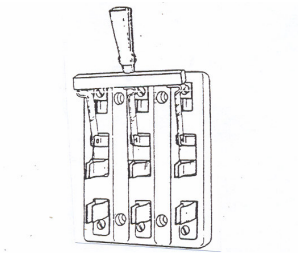
Chave Magnética

Esta operação consiste em interligar o motor, a chave magnética e as botoeiras. Com este sistema, o motor pode ser comandado de um ou vários lugares, dependendo das necessidades do operador.

É feita em instalações que requerem melhor proteção, tanto para o operador como para a própria máquina.

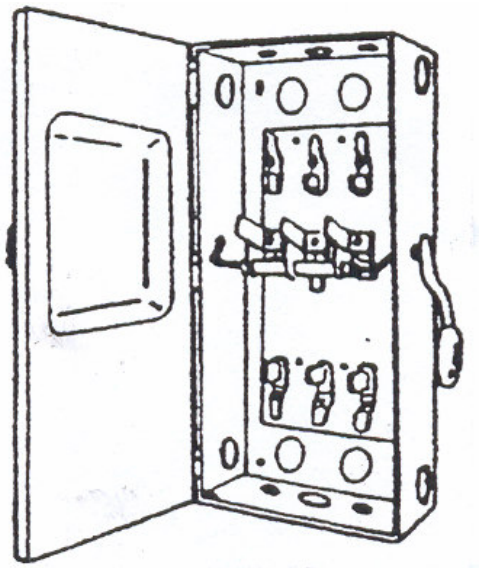
Chaves de Faca

Pode-se dizer que a chave de faca é o interruptor mais simples que se conhece. Estas chaves são geralmente providas de porta-fusíveis, para proteção dos circuitos em que são inseridas. São fabricadas para diversas correntes, desde 30 até 600 ampères, e para tensões nunca superiores a 600 volts, devido a esse tipo de chave não oferecer muita segurança ao operador.



Chave de faca de 3 pólos com porta fusível cartucho

Observação:
A chave de faca apresentada na figura só poderá ser instalada de modo que o peso das lâminas não tendam a fechá-la.



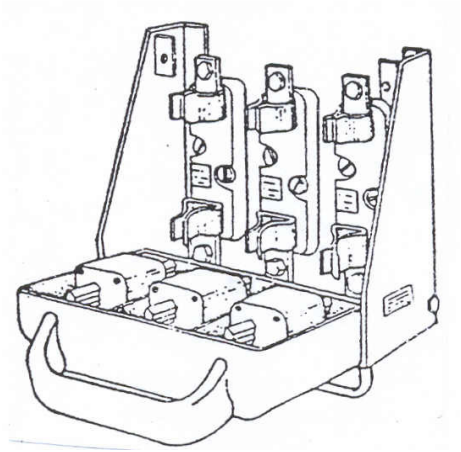
Chave de faca blindada com dupla segurança

Observação:
Antes de desligar a chave geral, certifique-se de que os equipamentos estão desligados.

SECCIONADOR

Seccionador Fusível

Este tipo de seccionador se compõe do dispositivo de comando propriamente dito, que é igual à chave-faca, e de um conjunto de fusíveis, um por pólo, normalmente associado à própria parte móvel da chave.



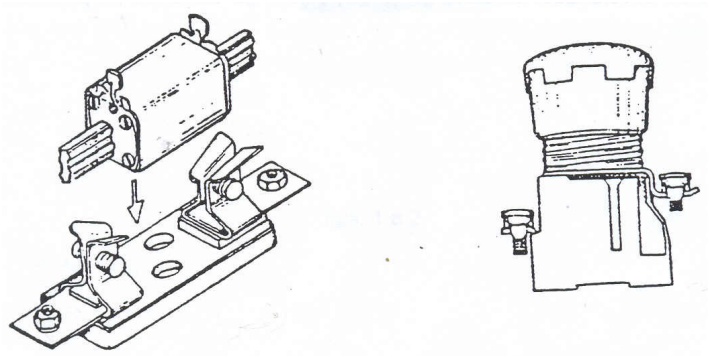
Os seccionadores fusíveis são bastante práticos, pois associam em um só elemento a função de comando sem carga com a de proteção contra curto-circuito.

A abertura prévia do sistema antes da troca do fusível é feita manualmente, no ato da abertura do seccionador para a troca do fusível queimado.

Os seccionadores não possuem mecanismo de desligamento rápido (mola) atuando sobre os seus contatos. A velocidade da abertura depende exclusivamente do operador (sendo essa a causa principal da indefinição da capacidade de ruptura). Ao se abrirem os contatos por onde circule corrente de certa intensidade (circuito com carga) com velocidade baixa, o meio gasoso que se interpõe entre os contatos vai se ionizando sucessivamente, criando um caminho de baixa resistência elétrica, por onde se desenvolve o arco voltaico. Este, persistindo, permite o fluxo de corrente pelo circuito mesmo com as facas abertas, provocando a fusão dos contatos e vaporizando-os sob forte explosão.

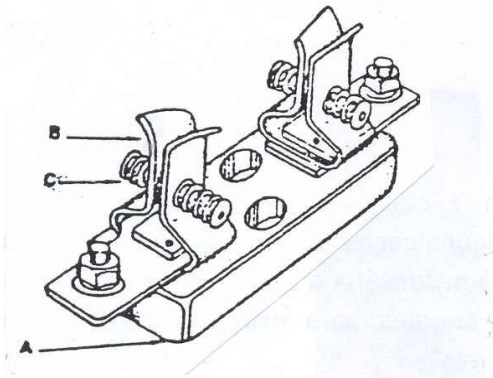
Seguranças Fusíveis Tipo NH e Diazed

São dispositivos destinados a limitar a corrente de um circuito e mesmo interrompê-la, em casos de curto-circuitos ou sobrecargas de longa duração.



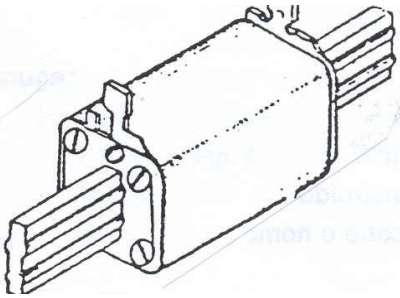
Constituição das Seguranças NH

As seguranças NH são compostas de base e fusível. A base é construída geralmente de esteatita, plástico ou termifixo, possuindo meios de fixação a quadros ou placas. Possuem contatos em forma de garras prateadas, que garantem o contato elétrico perfeito e alta durabilidade. A essas garras se juntam molas que aumentam a pressão de contato.



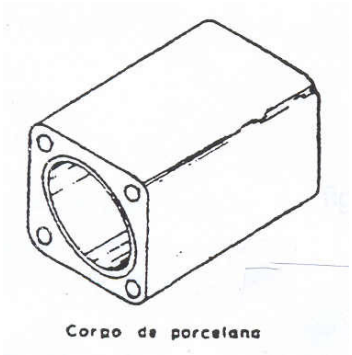
Base de fusíveis, sistema NH

A. Material isolante (esteatitas)
B. Contato em forma de garra
C. Mola

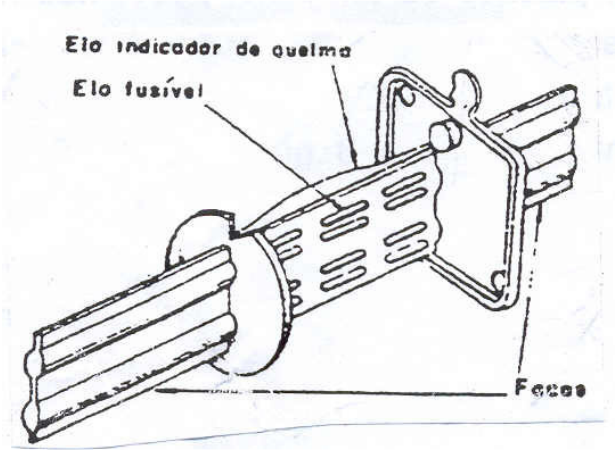


Fusível NH

O fusível possui um corpo de porcelana de seção retangular, com suficiente resistência mecânica, contendo nas extremidades facas prateadas. Dentro do corpo de porcelana se alojam o elo fusível e o elo indicador de queima, imersos em areia especial, de granulação adequada.



O elo fusível é feito de cobre, em forma de lâminas, vazadas em determinados pontos para reduzir a secção condutora. Existem ainda elos fusíveis feitos de fitas de prata virgem.



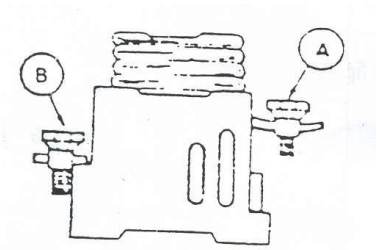
Retirando-se o fusível de segurança, obtêm-se uma separação visível dos bornes, tornando dispensável em alguns casos a utilização de um seccionador adicional. Para se retirar o fusível, é necessária a utilização de um dispositivo, construído de fibra isolante, com engates para extração. Esse dispositivo recebe o nome de “punho saca-fusíveis”.

Constituição de Seguranças Dized (D)

As seguranças D são compostas de: base aberta ou protegida, tampa, fusível, parafuso de ajuste e anel.

Base

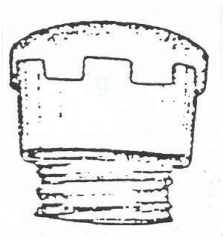
É um elemento de porcelana que comporta o corpo metálico, roscado internamente, e externamente ligado a um dos bornes, o outro borne está isolado do primeiro e ligado ao parafuso de ajuste.



A. Borne ligado ao corpo roscado
B. Borne ligado ao parafuso de ajuste

Tampa

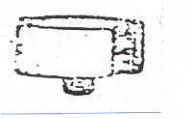
É um dispositivo, geralmente de porcelana, com um corpo metálico roscado, que fixa o fusível à base e não se inutiliza com a queima do fusível.



Permite inspeção visual do indicador do fusível e a substituição deste sob tensão.

Parafuso de ajuste

É um dispositivo, feito de porcelana, com um parafuso metálico que introduzido na base, impede o uso de fusíveis de capacidade superior a indicada.



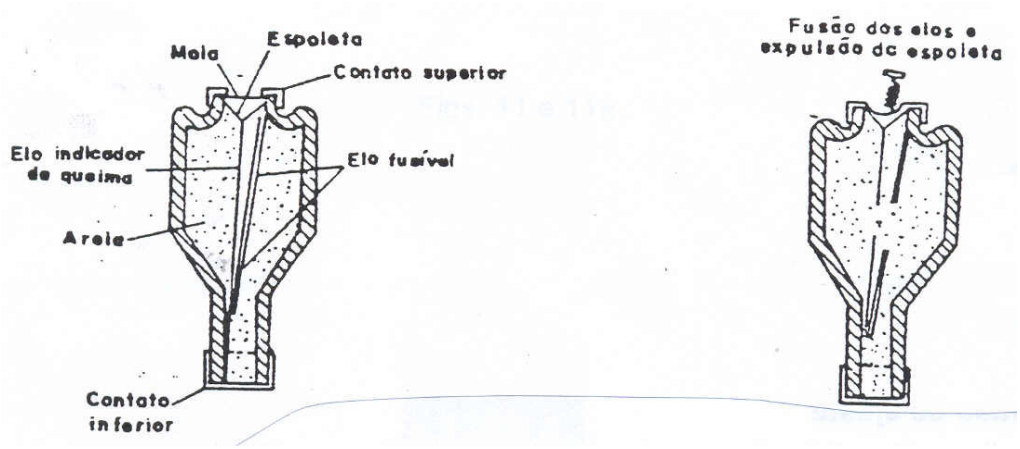
A montagem do parafuso de ajuste, é feita com o auxílio de uma chave especial.

O anel

É também um elemento de porcelana, roscado internamente, que protege a rosca metálica da base aberta, evitando contatos acidentais, na troca do fusível.

O fusível

É constituído de um corpo de porcelana em cujos extremos metálicos se fixa um fio de cobre puro ou recoberto de uma camada de zinco, imerso em areia especial, de granulação adequada, que funciona como meio extintor do arco voltaico, evitando o perigo de explosão, no caso da queima do fusível.



Possui um indicador, visível através da tampa, denominado espoleta, com cores correspondentes às diversas correntes nominais. Esses indicadores se desprendem em caso de queima.

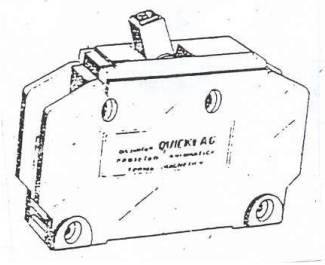
O elo indicador de queima é constituído de um fio muito fino, ligado em paralelo com o elo fusível. No caso de fusão do elo fusível, o fio do indicador de queima também se fundirá, provocando o desprendimento da espoleta.

Algumas cores e as correntes nominais correspondentes (fusíveis tipo D):

COR	INTENSIDADE DE CORRENTE (A)
Rosa	2
Marrom	4
Verde	6
Vermelho	10
Cinza	16
Azul	20
Amarelo	25
Preto	35
Branco	50
Laranja	63

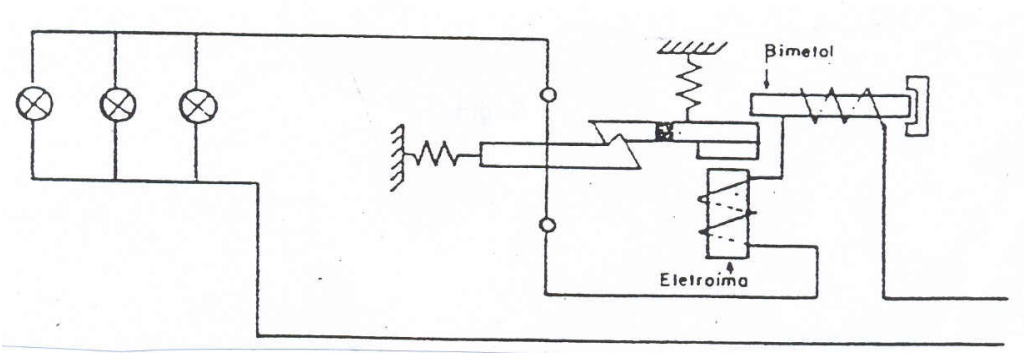
DISJUNTORES

São dispositivos de manobra e proteção, com capacidade de ligação e interrupção sob condições anormais do circuito; são dotados de um relé termomagnético.

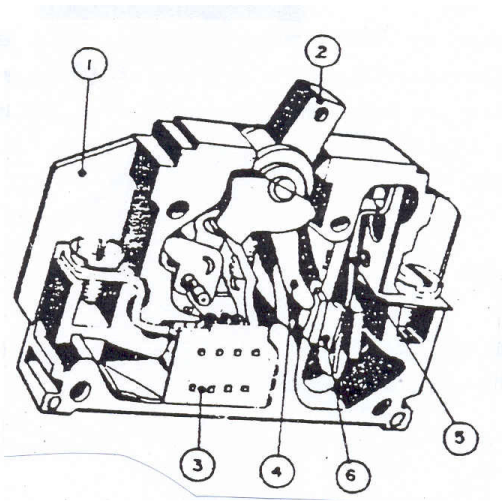


Funcionamento

O disjuntor é inserido no circuito com um interruptor. O relé bimetálico e o relé eletromagnético são ligados em série. Ao acionarmos a alavanca, fecha-se o circuito, que é travado pelo mecanismo de disparo, e a corrente circula pelo relé térmico e pelo relé eletromagnético.



Havendo no circuito uma pequena sobrecarga de longa duração, o relé bimetálico atua sobre o mecanismo de disparo, abrindo o circuito. No caso de haver um curto-circuito o relé eletromagnético é quem atua sobre o mecanismo de disparo, abrindo o circuito instantaneamente.

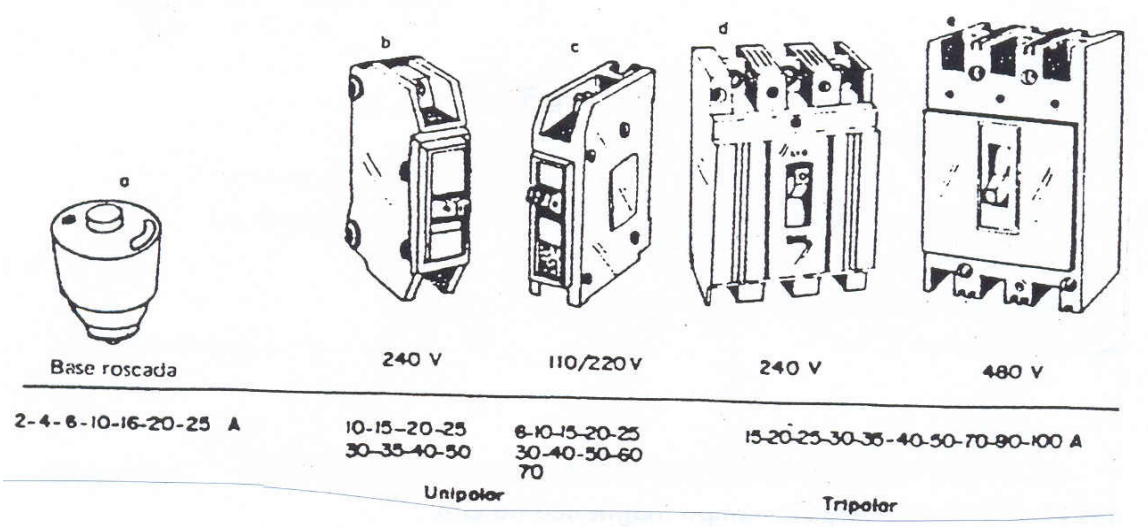


Constituição

1. Caixa moldada
2. Alavanca liga e desliga
3. Extintor de arco
4. Mecanismo de disparo
5. Relé bimetálico
6. Relé eletromagnético

Características

Os disjuntores são caracterizados pela corrente e pela tensão. A seguir apresentamos alguns tipos de disjuntores com suas características de funcionamento.

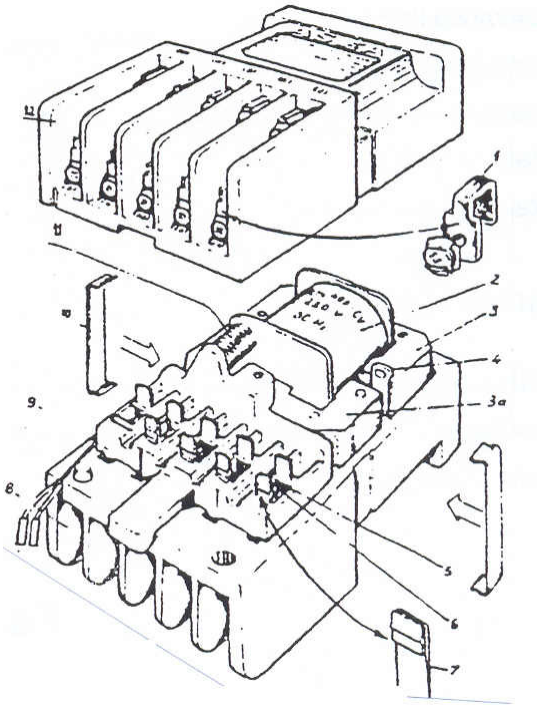


CONTATORES

São dispositivos de manobra mecânica, acionados eletromagneticamente, construídos para uma elevada freqüência de operação, e cujo arco é extinto no ar, sem afetar o seu funcionamento. O contator é, de acordo com a potência (carga), um dispositivo de comando do motor e pode ser utilizado individualmente, acoplado a relés de sobrecorrente, na proteção contra sobrecarga.

Construção

Os contatores são construídos de um grande número de peças tendo como elementos principais os representados na figura abaixo.



1. Contato fixo com parafuso e arruela
2. Bobina
3. Núcleos dos magnétos (fixo e móvel)
4. Bobina de sombra
5. Suporte da mola do contato móvel
6. Mola de contato móvel
7. Contato móvel
8. Suporte inferior dos contatos fixos
9. Ponte suporte dos contatos móveis
10. Mola
11. Mola interruptora
12. Suporte superior dos contatos (extintor do arco)

Observação:
A bobina de sombra (anel em curto) tem a finalidade de eliminar a trepidação produzida no núcleo pelo campo magnético de C.A .

Seleção dos contatores em condições normais de serviço

É a escolha de um contator para comandar uma carga (ex.: forno elétrico, motor elétrico, etc.) em condições normais de serviço. Essa escolha é feita em catálogos de fabricantes de contatores, baseando-se na potência, tensão de serviço, freqüência e tipo de carga do circuito.

Tamanho	0	1	2	2-Z	4	6	8	10	12	14
Tipo	3TA20	3TA21	3TA22	3TA22-Z	3TA24	3TA26	3TA28	3TA30	3TB32	3TB34
Corrente nominal (A)	9	16	32	40	85	140	200	250	400	630
Potências máximas admissíveis de motores trifásicos nas categorias de emprego AC2/AC3 (cv)										
220V	3	5,5	11,5	15	30	50	75	102	156	258
380V	5,5	10	20	25	50	70	125	180	272	442
440V	6	10	20	30	60	100	150	199	309	514

Exemplos de seleção de um contator para um motor de indução de 5,5 cv e para outro de 300 cv:

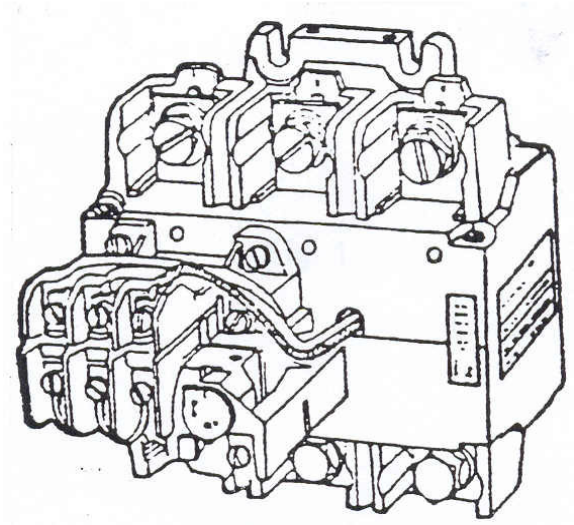
Características do motor

Potência – 5,5 cv
Tensão – 220 V
Freqüência – 50-60 Hz

Com a tensão do motor encontrada na primeira coluna da tabela, traçando uma abscissa até encontrarmos a potência desejada, por ela traçamos uma ordenada, encontrando o contator adequado (3TA21), conforme a indicação em tracejado.

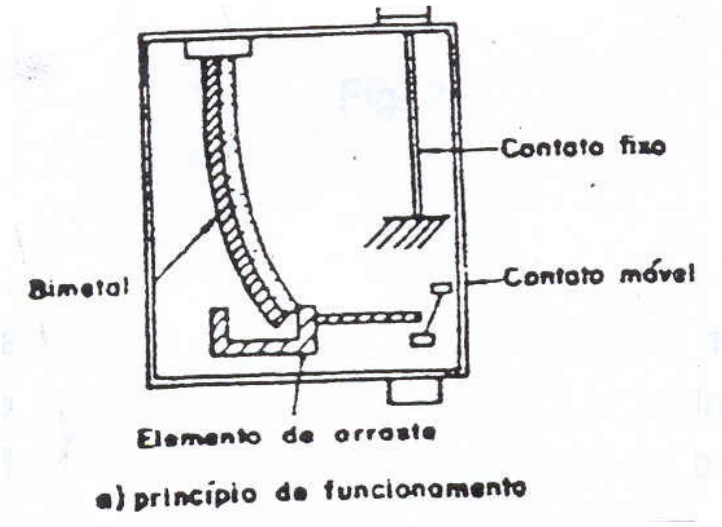
Relés térmicos

Os relés térmicos são dispositivos construídos para proteger, controlar ou comandar um circuito elétrico, atuando sempre pelo efeito térmico provocado pela corrente elétrica.



Funcionamento dos relés térmicos

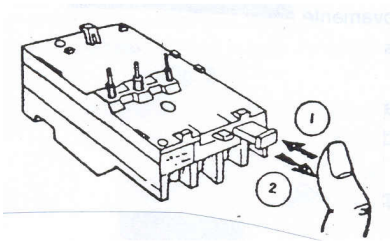
Quando 2 metais, de coeficientes de dilatação diferentes, são unidos em superposição, temos um par metálico. Se esses metais forem em forma de tiras, teremos um par metálico (ou bimetal) com a conformação apropriada para o relé. Devido a diferença do coeficiente de dilatação, um dos metais se alonga mais que o outro. Por estarem rigidamente unidos, o de menor coeficiente de dilatação provoca um encurvamento do conjunto para o seu lado, afastando o conjunto de um ponto determinado. Esse movimento pode ser aproveitado para diversos fins.



a) princípio de funcionamento

Relés térmicos com retenção

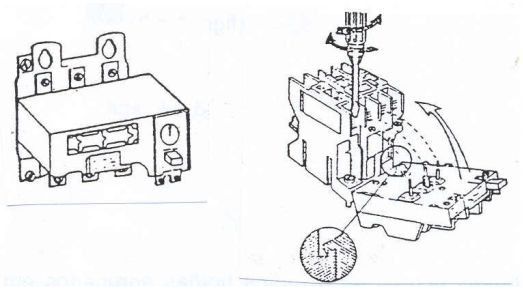
São relés térmicos que possuem dispositivo destinados a travar as lâminas bimetálicas na posição desligada, após sua atuação. Para recolocá-las, em funcionamento, é necessário soltar manualmente a trava, o que se consegue ao apertar e soltar um botão. O relé estará novamente pronto para funcionar.



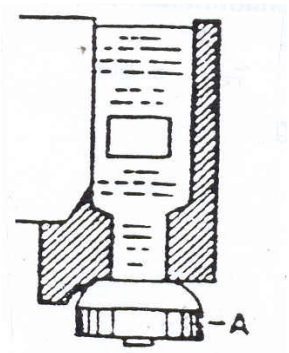
Observação:
Antes de rearmá-lo, verificar por que motivo o relé desarmou.

Montagem e regulagem dos relés

Os diversos tipos de relés térmicos possibilitam a sua montagem em bases ou no próprio contator.



A regulagem dos relés térmicos é processada no botão onde estão marcados os valores da corrente-limite que se pretende estabelecer. A determinação do valor dessa corrente dependerá da corrente de carga do motor.



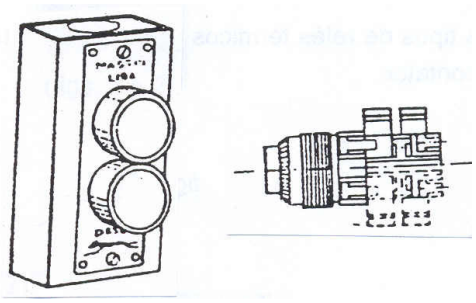
Vantagem do emprego de relés

Os relés térmicos apresentam uma série de vantagens sobre os fusíveis:

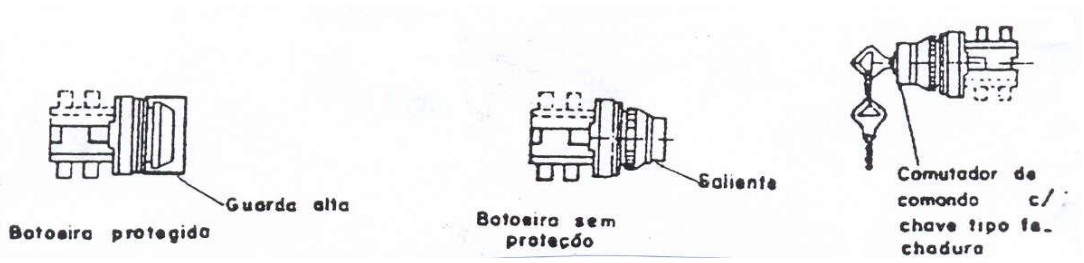
a) são de ação mais segura;
b) permitem a mudança de atuação dentro de certos limites;
c) para colocá-los novamente em ação, basta rearmá-lo;
d) protegem os consumidores contra sobrecargas mínimas acima dos limites predeterminados;
e) possuem um retardamento natural, que permitem os picos de corrente inerentes às partidas de motores.

Chaves auxiliares tipo botoeiras

São chaves de comando manual cuja função é interromper ou estabelecer momentaneamente, por pulso, um circuito de comando, para iniciar, interromper ou continuar um processo de automação. Podem ser montadas em caixas para sobreposição ou para montagem em painéis.

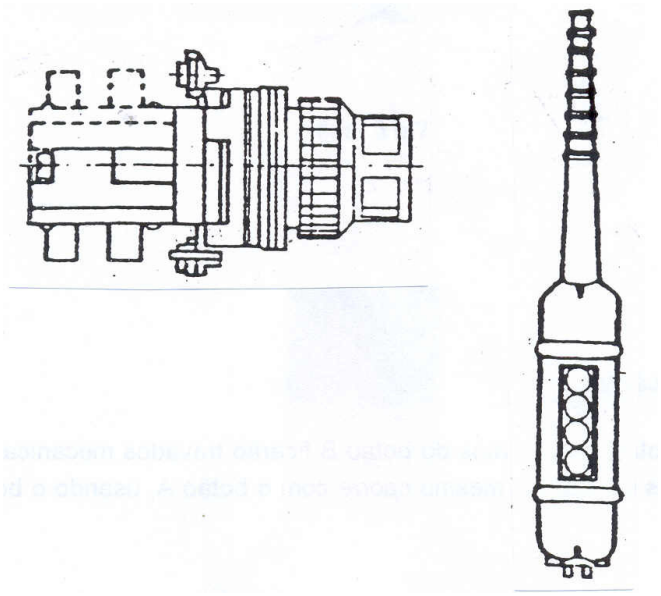


As botoeiras podem ter diversos botões agrupados em painéis ou caixas, e cada botão pode acionar também diversos contatos, abridores ou fechadores. Externamente são construídas com proteção contra ligação acidental, sem proteção ou com chaves tipo fechadura denominada comutador de comando.



As botoeiras protegidas possuem uma guarnição que impede a ligação acidental e têm longo curso para a ligação. As que possuem chave são do tipo comutadoras e servem para impedir que qualquer pessoa ligue o circuito. As botoeiras podem ser apresentadas também no tipo pendente. Nesse caso, destinam-se ao comando de pontes rolantes, talhas elétricas ou, ainda, máquinas operatrizes em que o operador tem de ligá-las em várias posições diferentes. Possuem formato anatômico.

As botoeiras luminosas são dotadas de lâmpadas internas, que se acendem quando os botões são acionados.



Observação:
Não devem ser usadas para desligar e nem para ligar emergência.

Constituição das botoeiras

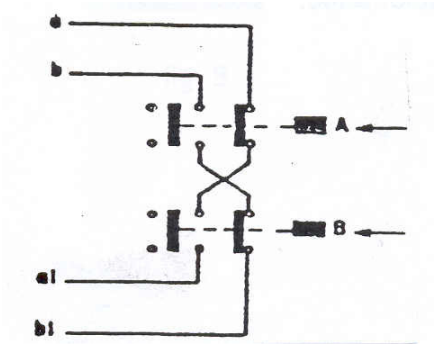
As botoeiras são essencialmente constituídas de botões propriamente ditos, dos contatos móveis e dos contatos fixos. Os contatos móveis podem ter um movimento de escorregamento para automanutenção, ou seja, retiram qualquer oxidação que possam aparecer na superfície de contato. Esses contatos são recobertos de prata e construídos para elevado número de manobras, aproximadamente 10 milhões de operações.

Botoeiras com travamento

As botoeiras podem ser equipadas com travamento elétrico ou mecânico.

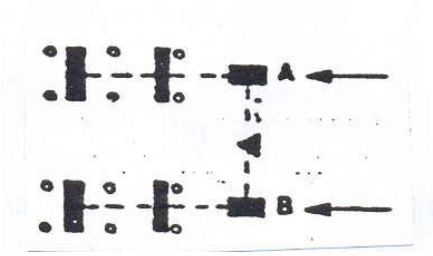
Travamento elétrico

Quando o botão A é pulsado, o botão B fica impossibilitado de estabelecer o circuito (a-a1), ficando interrompido pelo botão A. O mesmo ocorre quando B é pulsado, isto é, b-b1 ficam interrompido pelo botão A.



Travamento mecânico

Pulsando-se o botão, os contatos do botão B ficarão travados mecanicamente e impossibilitados de ligar. O mesmo ocorre com o botão A, usando o botão B é acionado.



Normas gerais para botoeiras

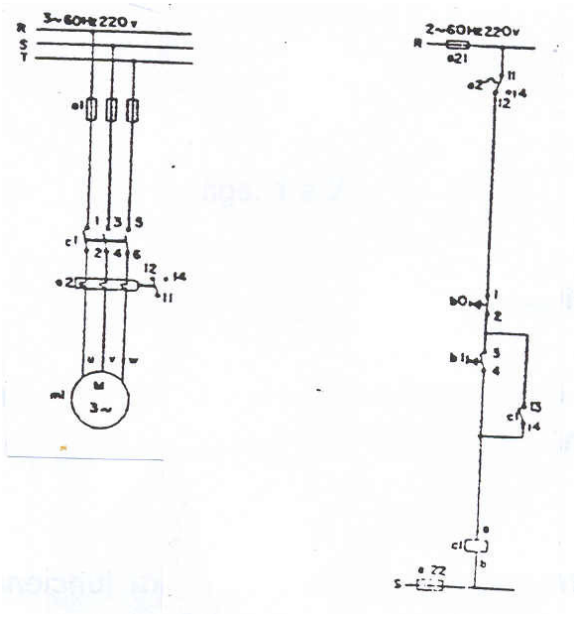
As botoeiras são marcadas e coloridas conforme a codificação estabelecida por normas, indicando sua função. Devem ser instaladas bem à mão, na altura prevista, e dispostas fisicamente na posição e espaçamento corretos, quando várias delas são colocadas.

Comando de um contator por botão ou por chave

Comandar um contator é o ato de acionar um botão fechador, botão abridor ou chave de um pólo. Isto é feito para que a bobina do eletroimã (relé de mínima) seja alimentada e feche os contatos principais ou vice-versa, isto é, perca alimentação e abra os contatos principais.

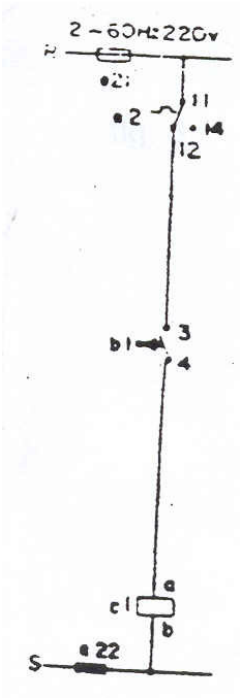
Seqüência operacional

- **Ligação**
  Estando sob tensão os bornes R, S e T e apertando-se o botão b1, a bobina do contator c1 será energizada. Esta ação faz fechar o contato do selo c1, que manterá a bobina energizada; os contatos principais se fecharão e o motor funcionará.



- **Interrupção**
  Para interromper o funcionamento do contator, pulsamos o botão b0; este se abrirá, eliminando a alimentação da bobina, o que provocará abertura do contato de selo c1 e, conseqüentemente, dos contatos principais e a parada do motor.

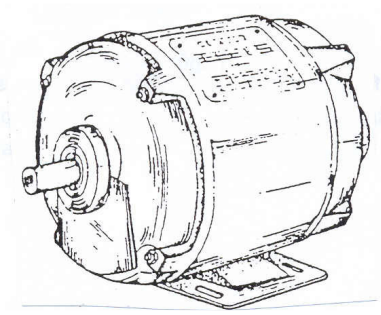
Nota:
Um contator pode ser comandado também por uma chave de um pólo. Neste caso, eliminam-se os botões b0 e b1 e o contato de selo c1, e introduz-se no circuito de comando de chave b1.



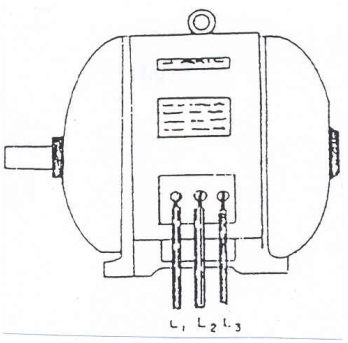
Ligação de motor trifásico

É a conexão elétrica dos terminais do motor, a fim de proporcionar ao mesmo condições de funcionamento. Podemos encontrar motores com 3, 6, 9 ou 12 terminais.

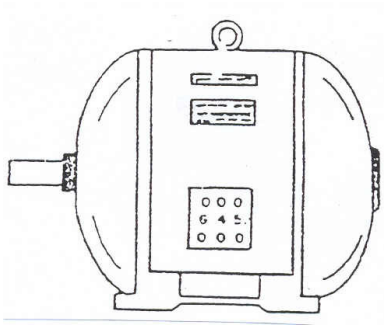
Os motores de 3 terminais são construídos para funcionar apenas em uma tensão, seja de 220, 380, 440 ou 760 volts.



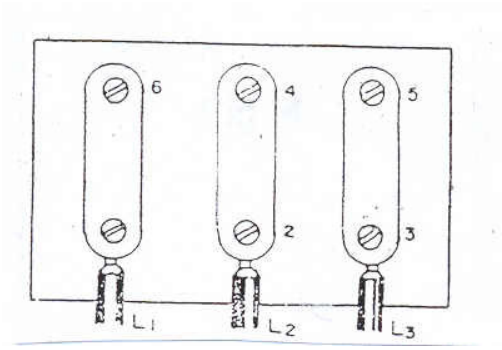
Observação:
A ligação de motor com 3 terminais à rede se faz conectando os terminais 1, 2 e 3 aos terminais da rede R, S e T, em qualquer ordem.



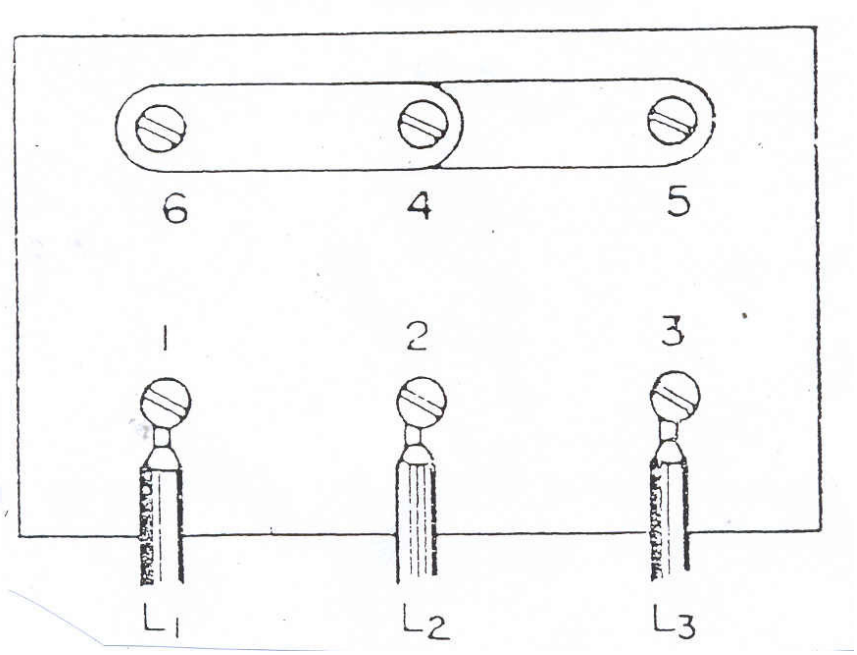
Atualmente, a disposição de bornes que mais se encontra nos motores trifásicos é de 6 terminais, conforme figura abaixo.



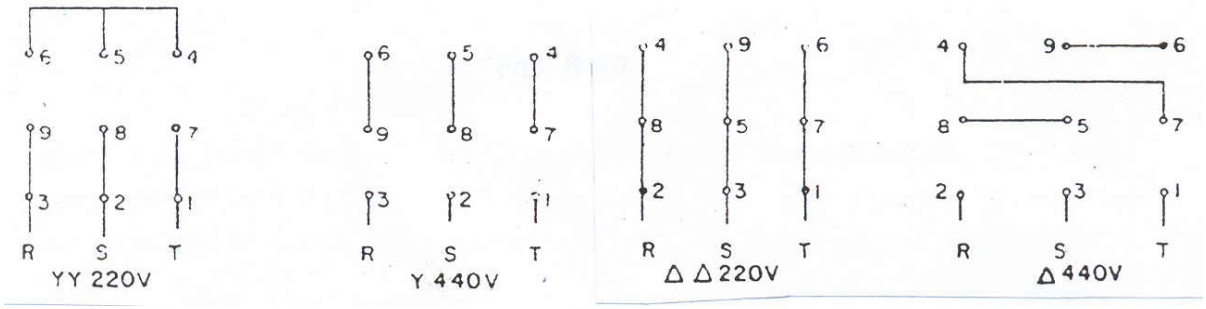
Com essa disposição, os motores trifásicos podem ser ligados em duas tensões, geralmente para 220 e 380 volts. O motor com 6 terminais, para funcionar em tensão de 220 V, deverá ter seus terminais conectados em triângulo.



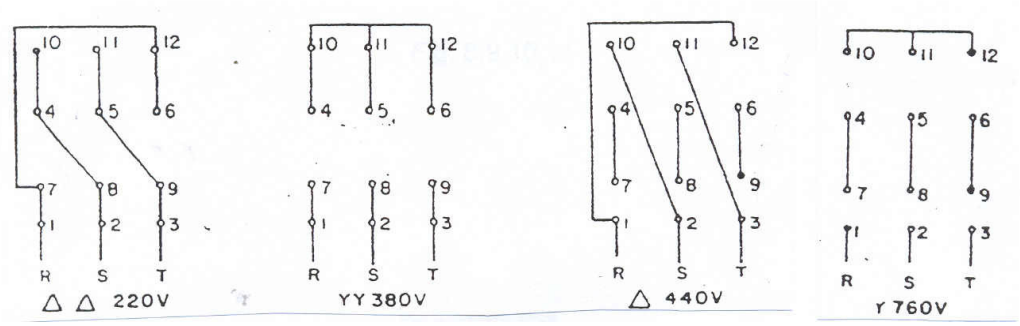
Na ligação do motor para 380 volts, a conexão dos terminais deverá ser feita em estrela (Y). Os motores que dispõem de 9 terminais são empregados também para duas tensões, 220/440 volts.



São construídos para ligação em estrela (Y) e dupla estrela (YY) ou em triângulo (Δ) e duplo triângulo (ΔΔ).



Os motores de 12 terminais são construídos para atender a 4 tensões: 220 V, 380 V, 440 V, 760 V. Para tanto, seus terminais são ligados de acordo com a tensão da rede. Essas ligações estão representadas abaixo e executadas com a tensão de alimentação.

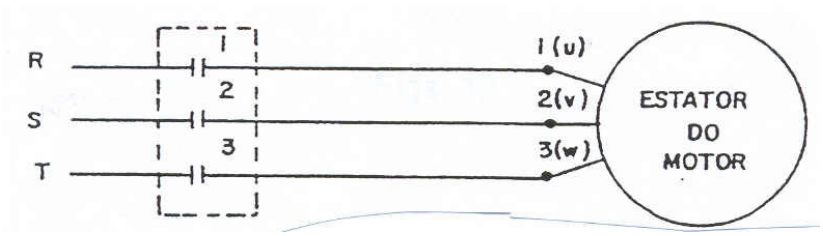


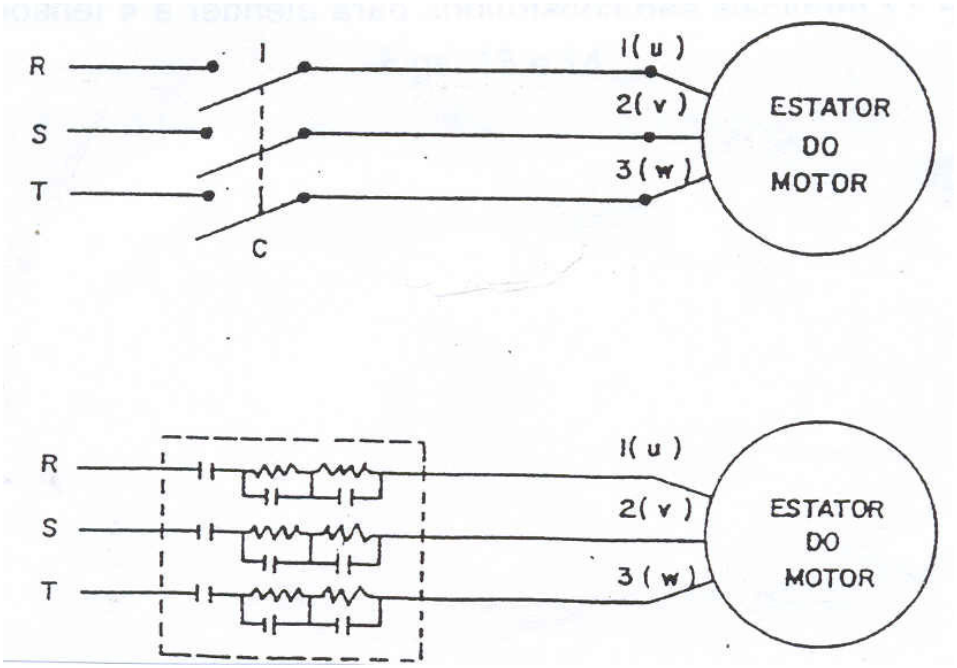
ΔΔ = duplo triângulo
YY = dupla estrela

Para inverter a rotação do motor trifásico é suficiente trocar duas linhas quaisquer, R com S por exemplo.

Δ = triângulo
Y = estrela

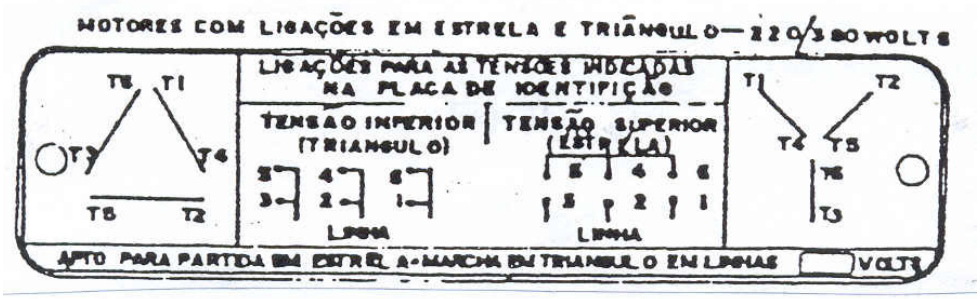
Os motores com 3 terminais ou lides são raros atualmente. Na sua instalação, liga-se uma fase da rede a cada terminal. O motor com 3 terminais é igual ao motor com 6, ao qual se ligam internamente os outros três terminais. Esses motores oferecem menos recursos, porque, só admitindo uma tensão reduzida exigindo o emprego da chave compensadora. A ligação desses motores podem ser feitas por um dos métodos seguintes:



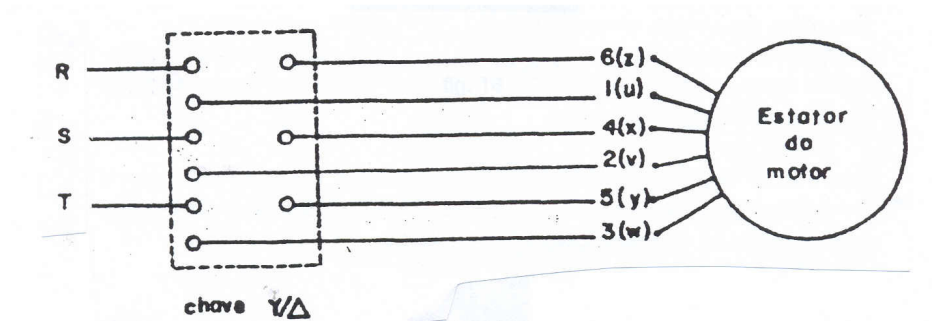


Atualmente, a disposição de bornes que mais se encontra nos motores trifásicos é a de 6 lides. Com essa disposição, os motores trifásicos podem ser ligados a 2 tensões geralmente 220 e 380 V, e permitem, quando alimentados a 220 V (a tensão mais baixa) o emprego da chave estrela-triângulo, por ser esta, dentre os dispositivos de partida a tensão reduzida, a mais barata.

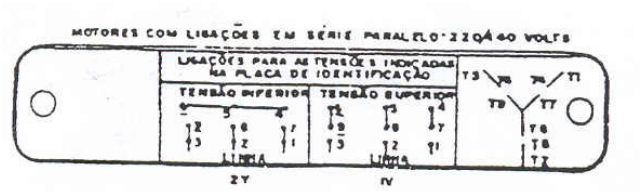
Os motores com 6 lides admitem todos os dispositivos de manobra usados pelos motores de 3 lides. Para isso, ligam-se os lides 4, 5 e 6 em estrela ou em triângulo, de acordo com a tensão da rede e conforme a chapinha da figura abaixo, que é de um motor GE, fazendo-se a identificação dos lides por meros números e empregando-se os lides 1, 2 e 3 para a ligação ao dispositivo.

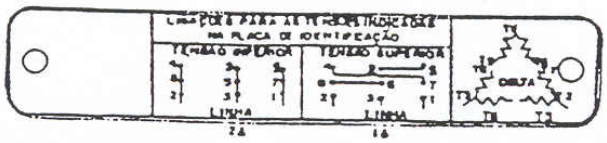


Observação:
Alguns motores de procedência européia empregam as letras U, V, W, X, Y e Z em lugar dos números 1, 2, 3, 4, 5 e 6, respectivamente, para identificar os lides.



A ligação das chaves de partida direta e com reversão, assim como da chave compensadora, é feita como no motor. Os motores que dispõe de 9 lides para sua ligação são geralmente para duas tensões. Comumente 220 e 440 V, e só podem ser ligados aos mesmos dispositivos que os motores com 3 terminais. Esses motores podem ser estrela, dupla estrela, triângulo ou duplo triângulo, conforme as chapinhas de ligações das figuras a seguir. Nos dois casos, os mesmos são para duas tensões, sendo a mais elevada o dobro da mais baixa.





Esses motores são ligados a uma chave de manobra pelos terminais 1, 2 e 3 (U, V e W).
A reversão desses motores é como a de qualquer outro motor trifásico, isto é, invertem-se duas fases.

No motor trifásico com rotor bobinado, além da ligação do seu estator ao dispositivo de partida, deve-se conectar o rotor com o reostato, para isso existindo 3 terminais facilmente identificáveis. Do enrolamento do estator desses motores podem sair 3, 6 ou 9 terminais, cujo código e emprego são iguais aos motores antes tratados.

Além dessas disposições de bornes, existem motores trifásicos, como os de várias velocidades, com diferentes números de lide cuja ligação deve ser feita de acordo com as recomendações dos fabricantes.

MANUTENÇÃO EM COMPRESSORES ABERTOS

Desmontar Compressores Abertos

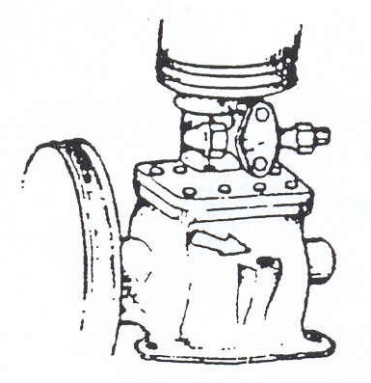
É retirar ordenadamente as peças que compõem o compressor. Esta operação tem por finalidade dar condições de inspeção às peças de um compressor. É necessário este tipo de trabalho quando o mesmo apresenta deficiências no seu funcionamento.

Processo de Execução

- **1º Passo – Drene o óleo do cárter**

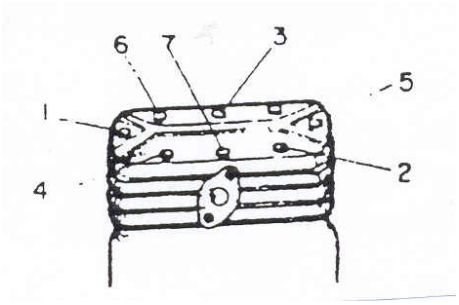
a) Retire o tampão cônico do cárter usando chave própria.
b) Deixe escoar o óleo.

Observação:
Use bandeja para recolher o óleo.
Não aproveita o óleo retirado.



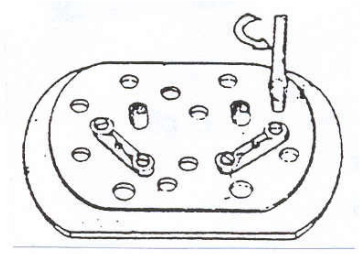
- **2º Passo – Retire o cabeçote e a placa de válvulas**

a) Desaperte ordenadamente os parafusos, conforme indicado na figura abaixo.
b) Remova o cabeçote.



- **3º Passo – Desmonte as válvulas da placa**

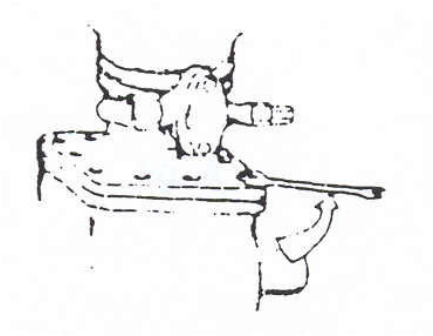
a) Retire o contapino.
b) Afrouxe o suporte das válvulas.
c) Remova as válvulas.



- **4º Passo – Desmonte o bloco de cilindros**

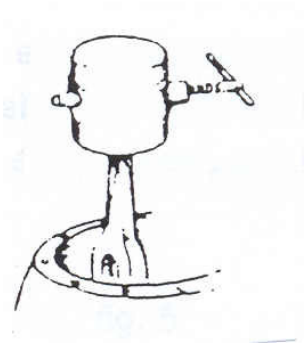
a) Desaperte e retire os parafusos que fixam o bloco do cilindro ao cárter.

Observação:
Ao retirar o bloco, cuidado para não deixar os pistões baterem no cárter. Evite girar a polia.



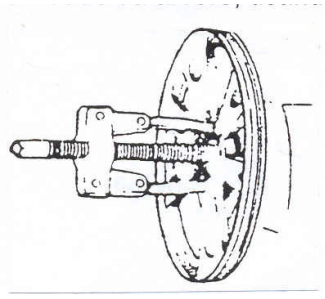
- **5º Passo – Retire os pistões**

Observação:
1. Use extrator próprio para pinos.
2. Marque os pistões em relação aos cilindros.



- **6º Passo – Retire a polia**

a) Usando dispositivo apropriado, trave a polia e desaperte a porca da extremidade da árvore.
b) Retire a polia da extremidade da árvore, usando o extrator.

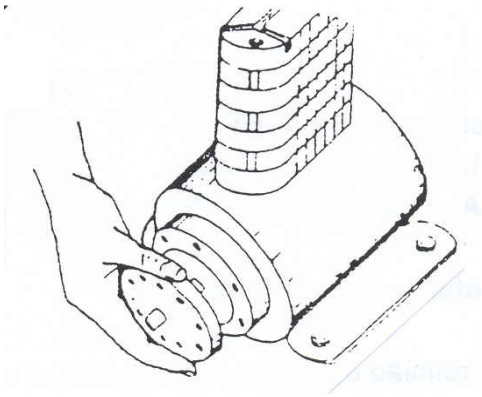


Precaução:
Quando se tratar de modelos de grandes dimensões, solicite ajuda a um colega, para evitar ferir-se.

- **7º Passo – Retire o selo de vedação**

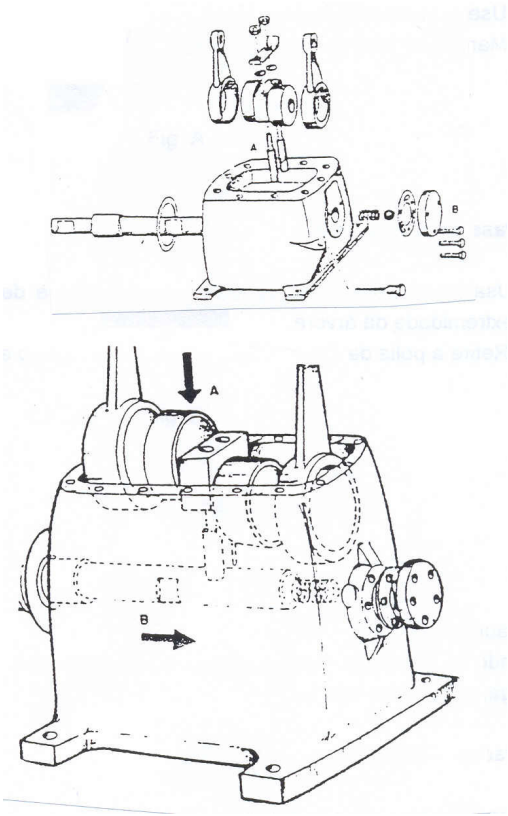
a) Afrouxe e retire os parafusos do flange.
b) Remova o flange.
c) Retire o selo e sua sede.

Observação:
Use extrator próprio.



- **8º Passo – Retire a árvore do excêntrico**

a) Desaperte e retire o parafuso de fixação do excêntrico.
b) Retire o batente da árvore.
c) Desloque a árvore.



Observação:
1. Use saca-pino de latão e martelo.
2. As bielas devem retornar aos pistões em que estavam montadas.

Montar compressor aberto

É a reunião das peças inspecionadas e novas que substituiram as defeituosas e que, em seqüência lógica de montagem, darão novamente condições de funcionamento.

Processo de Execução

- **1º Passo – Lave todas as peças com solvente próprio e seque-as com ar seco**

- **2º Passo – Instale o excêntrico e a árvore**

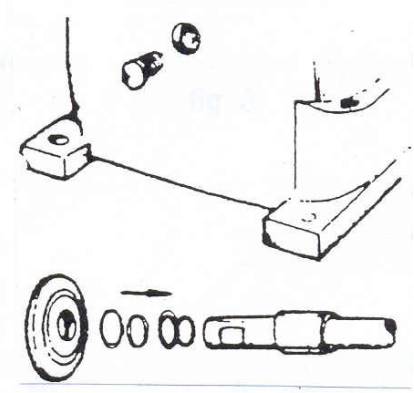
a) Coloque as bielas correta no excêntrico.
b) Coloque o excêntrico e as bielas no interior do cárter.
c) Introduza a árvore no excêntrico, até o limite.

Observação:
1. Monte as peças já lubrificadas, com óleo incongelável.
2. Posicione corretamente a lâmina pescadora de óleo.

a) Aperte os parafusos de fixação do excêntrico na árvore.
b) Coloque o batente da árvore.

Observação:
Verifique a posição correta da esfera.

- **3º Passo – Monte o selo de vedação e o flange**

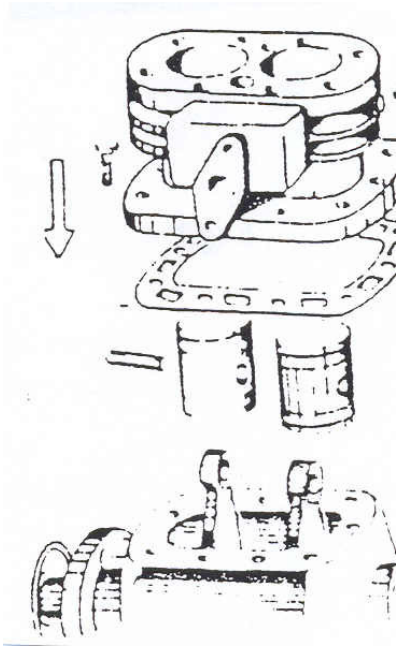


Observação:
1. Use protetor na ponta da árvore.
2. Aperte os parafusos de fixação do flange ordenadamente.

- **4º Passo – Monte a polia do eixo da árvore, coloque a porca na extremidade do eixo e aperte-a**

- **5º Passo – Monte os pistões nas bielas**

- **6º Passo – Monte o bloco de cilindro**



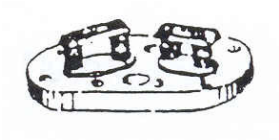
a) Coloque nova junta.
b) Alinhe os pistões com os cilindros.

Observação:
Para pistão que tem anéis de segmento use ferramenta apropriada para colocação no cilindro.

c) Pressione o bloco, até encostá-lo no cárter.
d) Coloque e aperte os parafusos de fixação.

Observação:
Aperte os parafusos ordenadamente.

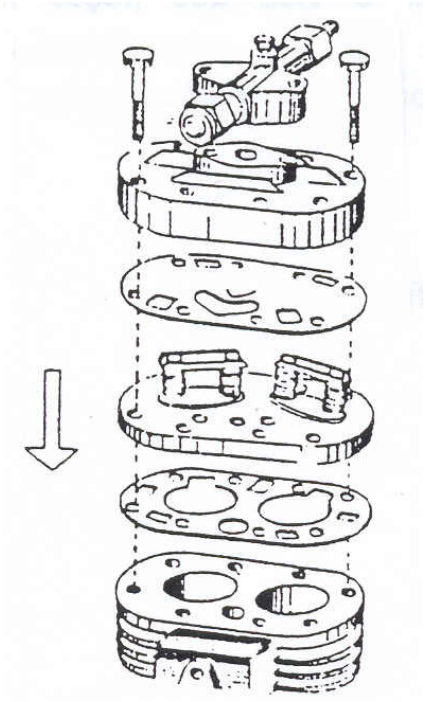
- **7º Passo – Monte as válvulas na placa**



a) Coloque as válvulas no suporte.
b) Aperte o suporte.
c) Contrapine-os.

- **8º Passo – Monte a placa de válvula e o cabeçote no bloco**

a) Coloque junta no bloco.
b) Coloque a placa de válvula no bloco.
c) Coloque junta na placa.
d) Coloque o cabeçote.
e) Coloque os parafusos e aperte-os ordenadamente.



Observação:
O aperto final deve ser dado com o torquímetro.

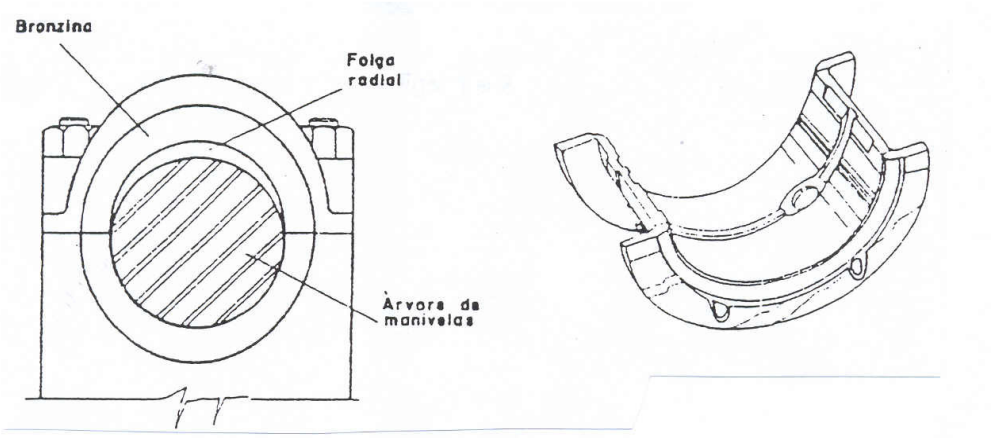
- **9º Passo – Coloque óleo no cárter, recoloque o bujão e aperte**

Observação:
Quanto ao tipo de óleo a ser colocado, siga as instruções do fabricante.

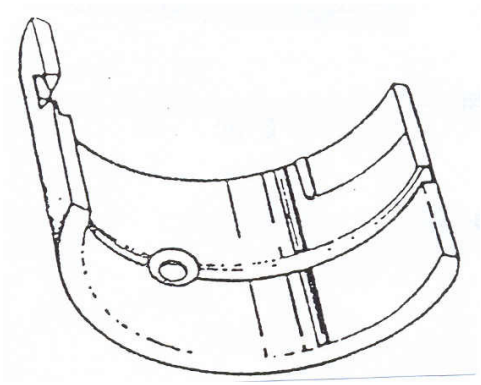
Observação:
Verifique o nível de óleo pelo visor, o nível deve ser ¾ do visor com o compressor parado.

MANCAIS

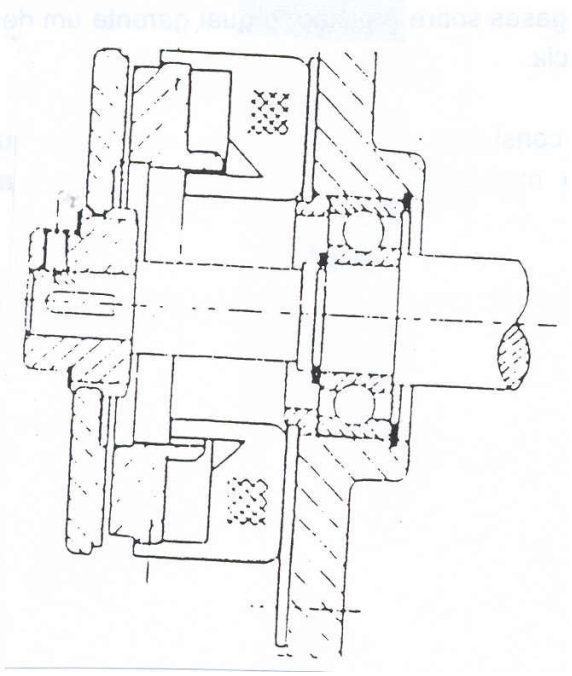
Chama-se mancal de deslizamento ou roçamento, todo aquele em que o apoio do eixo é formado por um material de coeficiente de dureza inferior a eixo e com características de prolongar a vida das peças móveis de maior responsabilidade e custo elevado. Geralmente os mancais são usinados no compressor e protegidos por bronzinas do tipo buchas ou bronzinas de meias-canas.



As bronzinas são formadas por uma capa de aço e forradas internamente por uma camada microfina de ababite (metal branco).



Em refrigeração, os mancais merecem grande atenção, por causa dos sistemas de lubrificação e dos tipos de óleo usado. O óleo tem sempre a finalidade de lubrificar os mancais, porém em refrigeração ele circula no sistema. Vem daí a sua necessidade de fluidez e também a sua característica de ser incongelável. Existem compressores cujos mancais são de rolamentos. Funcionam com base no movimento de rolamento, em vez de utilizar o princípio do deslizamento. O rolamento é um mancal com coeficiente de atrito menor que o do mancal de deslizamento.

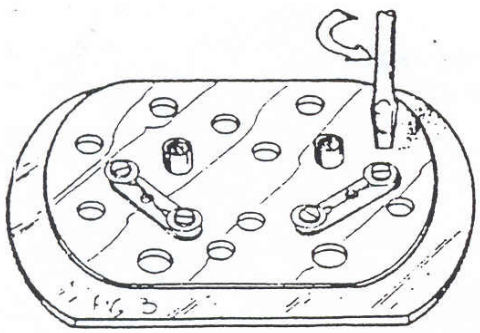


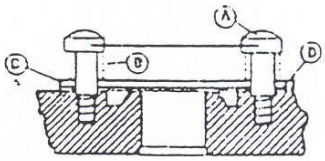
PLACA DE VÁLVULAS

É o suporte de válvulas de palhetas ou de discos que fica montado entre o bloco de cilindro do compressor e o cabeçote. Sua principal função é permitir uma montagem das palhetas e facilitar o acesso para o manuseio, bem como a retenção e pressão dos gases sobre o pistão, o qual garante um desempenho com segurança e eficiência.

A placa de válvulas é construída com margem de segurança que permite várias retificações. Seu material é de dureza inferior a do material das palhetas.

As figuras abaixo mostram uma placa de válvulas contendo válvulas de baixa e de alta pressão.





A GUIA
B MOLA
C PONTE
D VÁLVULA

Depende da boa vedação entre a sede e a válvula, a verificação do rendimento do compressor. Se a válvula de baixa pressão não vedar, o compressor não comprimirá o gás para o cabeçote. E se a válvula de alta pressão não vedar, comprimirá. Consequentemente, o gás quente em alta pressão retornará do condensador para o evaporador, através da válvula de alta e baixa, passando pela linha de sucção e descongelará totalmente o evaporador e dificultando a partida do compressor.

Este tipo de vazamento ocorre nas válvulas trincadas ou que possuam a sede das válvulas, riscada ou danificada. Válvulas com sede trincada devem ser

trocadas. Placa riscada ou deformada pelo uso pode ser recuperada por meio de:

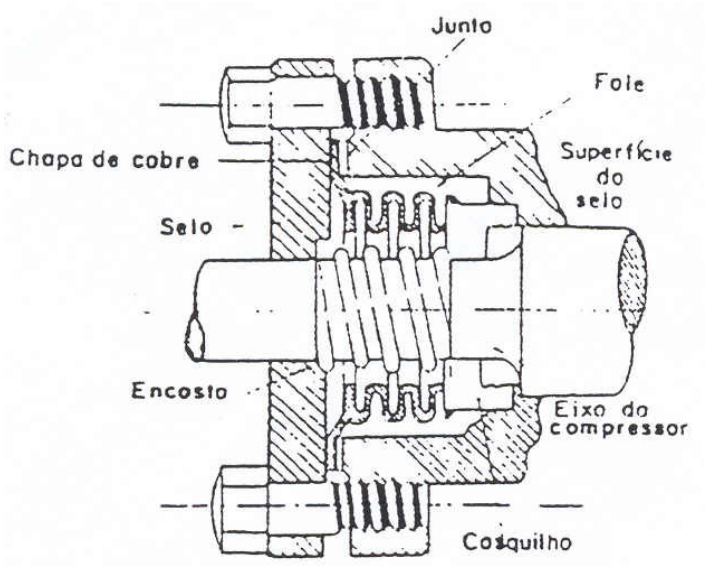
- Retificação da superfície com utilização de retificadores planos ou por sistema de rodagem, consistindo este em atritar a placa sobre uma base de aço plana, tendo entre as duas superfícies grãos abrasivos, juntamente com óleo lubrificante.

Selo de vedação

É o elemento de vedação hermética do compressor, entre a árvore e o bloco. É uma peça de suma importância. Sua função é impedir a fuga do refrigerante por essa parte, quando existir pressão positiva no cárter, e evitar a entrada de ar no sistema, quando a instalação está em vácuo, permitindo o movimento livre da árvore. Quanto à sua construção, existem vários tipos, como: top sanfona (stuffing-box), selo giratório (rotaty seal) e os vedadores contrapostos sobre o eixo. O selo de vedação consta de um sistema de sedes: uma é estacionária no corpo do compressor e a outra gira com a árvore. Sua superfície de vedação é geralmente construída de aço, bronze ou grafite. Existe uma mola, em sua montagem, que permite a ajustagem permanente entre as sedes.

O selo de vedação é lubrificado pelo óleo do cárter do compressor.

Para a montagem do selo de vedação, é necessário que o mecânico tenha todo o cuidado e obedeça às recomendações, pois dessa operação depende o bom funcionamento do sistema.

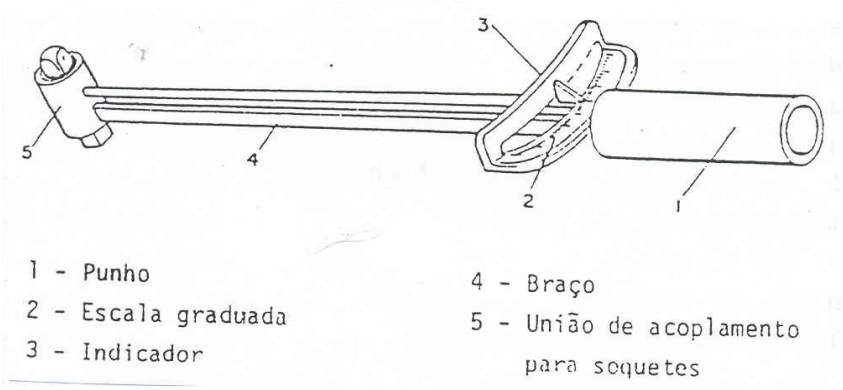


CHAVE DE TORQUE

Esta chave, de uso freqüente nas oficinas de refrigeração, serve para dar, nos parafusos, o torque recomendado pelo fabricante, evitando as sobretensões e deformações das peças.

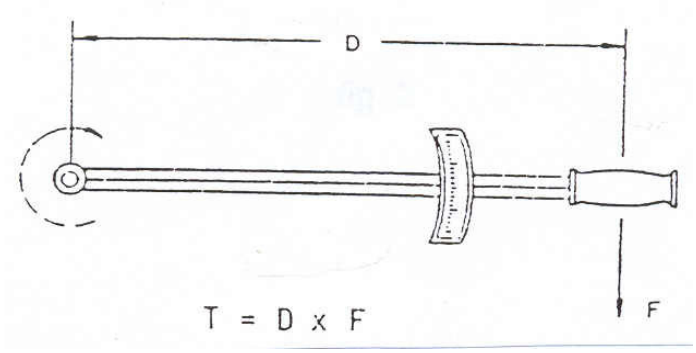
Constituição

A chave de torque está constituída por:



Princípio de funcionamento

A chave de torque, conhecida também como chave dinanométrica, se baseia no princípio dos momentos. Se uma força F é aplicada numa distância D obter-se-á um torque T, no ponto de aplicação, cujo valor é o produto da distância pela força.



Exemplos:

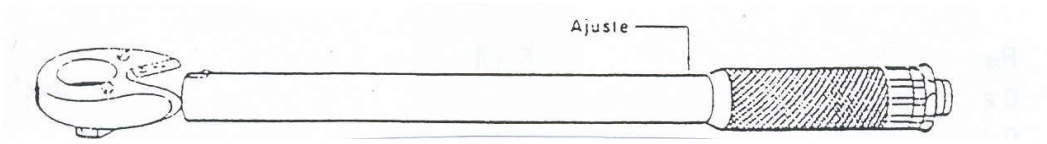
Se a distância D é 0,5m e se aplica uma força F de 10 Kgf, o torque T é de 5 Kgf . m (Kgf . m = quilogrâmetro).

Se a distância D se mede em polegadas e a força F em libras-força, a leitura do torque será em libra-força . polegada.

Se a distância D se mede em pé e a força F em libras-força, a leitura do torque será em libra-força . pé.

Tipos

Existem vários tipos de chaves de torque. As mais empregadas são as de indicador e escalar, e a de trinquete.

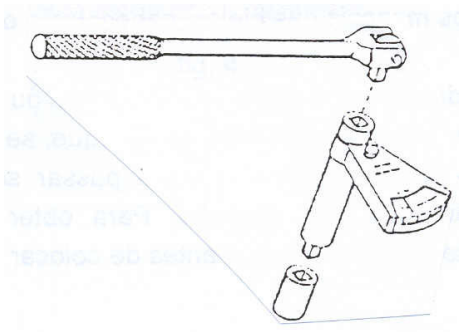


Trinquete

Esta última possui um dispositivo de regulagem que se desengancha quando chega o valor dado ao ajuste, limitado o aperto, e que volta a enganchar-se automaticamente quando se afrouxa a chave.

O dispositivo de regulagem automática é de grande segurança, já que evita ultrapassar o torque especificado e é regulado por um tambor com escala semelhante ao de um micrômetro.

Outro tipo é usado combinando com a chave de soquetes.



Características

As chaves de torque se caracterizam pela sua graduação, que pode ser de uma ou duas escalas, e pela força máxima que pode ser aplicada. As escalas mais usadas são:

Para aperto leve:
0 a 2 Kgf . m
0 a 15 lbf . pé
0 a 180 lbf . pol.

Para trabalhos comuns de aperto moderado:
0 a 10 Kgf . m
0 a 80 lbf . pé
0 a 960 lbf . pol.

Para condições variadas:
0 a 20 Kgr . m
0 a 150 lbf . pé
0 a 2000 lbf . pol.

Para grande capacidade em serviço pesado:
0 a 80 Kgf . m
0 a 576 lbf . pé
0 a 6.912 lbf . pol

Condições de uso

O uso desta chave se generalizou no trabalho de oficina de reparo, especialmente naquelas peças que requerem um aperto regulado e segurança na sua montagem, tais como: parafusos do volante ou polia, mancais da árvore de manivelas, caps dos mancais das bielas, cabeçotes e outras.

A chave de torque pode ser usada para roscas, direita ou esquerda, porém em nenhum caso deve ser utilizada para afrouxar, porque, se o parafuso ou porca estiver emperrado, o torque aplicado poderá passar seu limite e produzir danos na chave, alterando sua precisão. Para obter maior exatidão na medição é conveniente lubrificar a rosca antes de colocar e apertar a porca ou parafuso quando o indicador assinalar a força recomendada, deve-se deter a ação sobre a chave.

A chave de torque deve ser usada somente para dar o torque final, previamente, para encostar o parafuso ou a porca, usa-se uma chave comum.

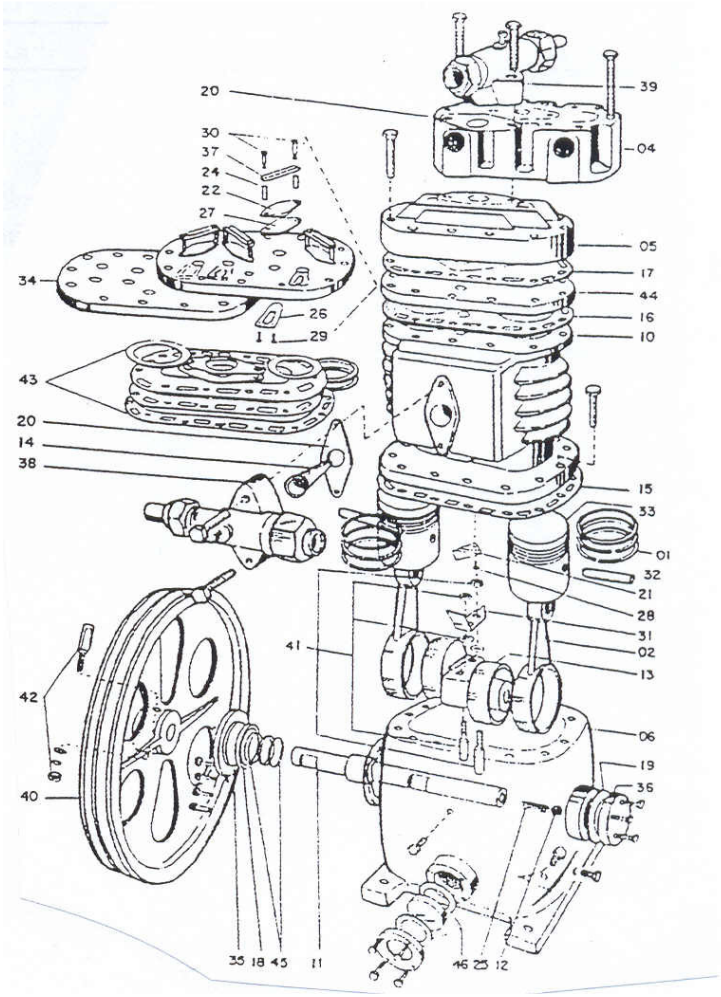
Tabela de torques dos parafusos baseada em seu diâmetro

DIÂMETRO DO PARAFUSO		TORQUE
MILIMETROS	POLEGADAS	(LIBRAS / PÉ)
6	1 / 4”	9 ~ 10
8	5 / 15”	18 ~ 20
10	3 / 8”	30 ~ 35
12	7 / 16”	50 ~ 55
13	1 / 2”	70 ~ 75
14	9 / 6”	100 ~ 110
16	5 / 8”	140 ~ 150
18	3 / 4”	200 ~ 225
22	7 / 8”	325 ~ 350
25	1”	550 ~ 575

Compressor aberto

É o elemento utilizado no sistema de refrigeração para fazer circular o gás refrigerante. Chama-se compressor aberto por ser facilmente desmontável a sua parte de compressão. Sua movimentação é feita por meio de um motor elétrico ou à combustão interna.

Componentes do compressor aberto



Legenda

01. Anel de compressão
02. Biela
04. Cabeçote resfriado à água
05.Cabeça resfriado de ar
06. Cárter
10. Cilindro
11. Eixo
12. Esfera de aço
13. Excêntrico
14. Filtro de admissão
15. Guarnição cárter cilindro
16. Guarnição cilindro placa
17. Guarnição placa cabeçote
18. Guarnição tampa dianteira
19. Guarnição tampa traseira
20. Guarnição válvula de serviço
21. Lâmina do retorno de óleo
22. Lâmina limitadora do curso
23. Mola da válvula de descarga
25. Mola do eixo
26. Palheta de admissão
27. Palheta de descarga
28. Parafuso para lâmina de retenção do óleo
29. Parafuso para palheta admissão
30. Parafuso para palheta descarga
31. Pescador de óleo
32. Pino do pistão
33. Pistão
34. Placa de válvula
35. Tampa dianteira
36. Tampa traseira

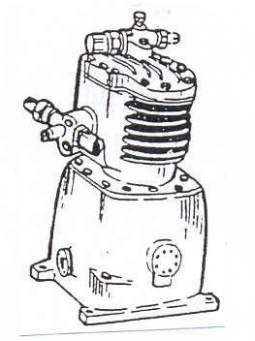
37. Trava de válvula de descarga
38. Válvula serviço de admissão
39. Válvula serviço descarga
40. Volante
41. Conjunto chaveta para excêntrico
42. Conjunto chaveta para volantes
43. Conjunto de guarnições
44. Conjunto placa de válvula
45. Conjunto selo de vedação
46. Conjunto do visor

Características do compressor aberto

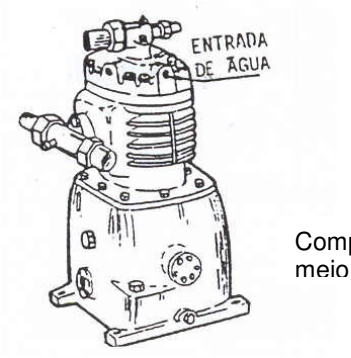
Os compressores abertos são fabricados geralmente com capacidade entre 1/8 HP e 300 HP.

Dependendo da potência do compressor, o resfriamento do seu cabeçote pode ser feito em dois processos: a ar ou à água.

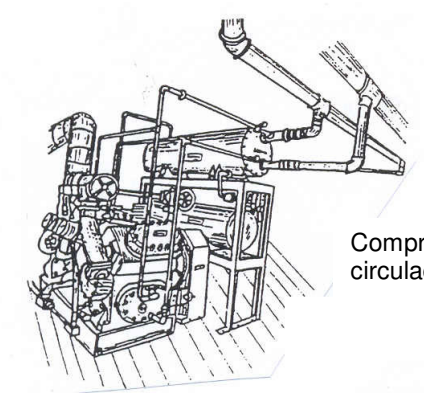
No processo a ar, o resfriamento consiste na circulação natural do ar pelas aletas do bloco.



No resfriamento à água, o processo consiste em fazer circular a água pelo cabeçote por meio de uma bomba ou por circulação natural.



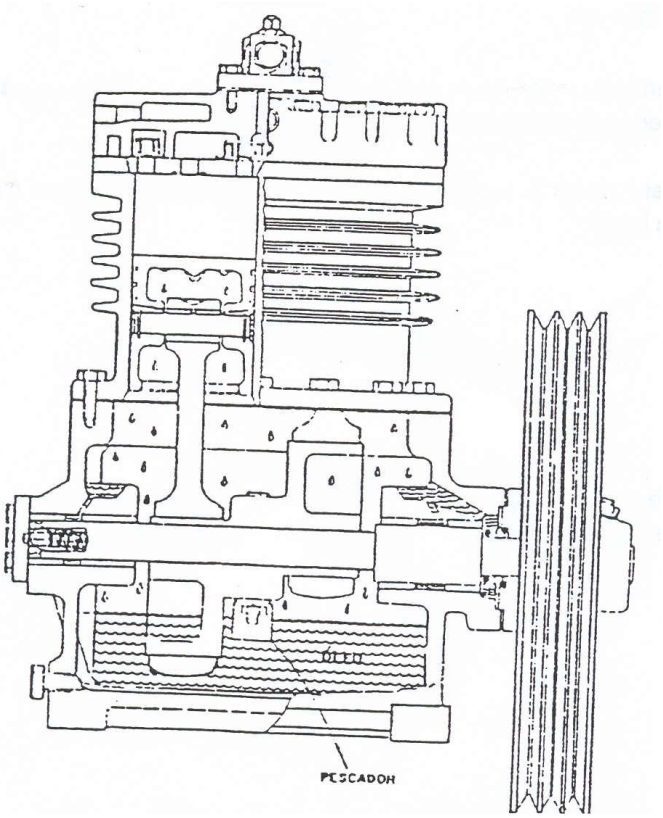
Compressor resfriado à água por meio de bomba



Compressor resfriado à água por circulação natural

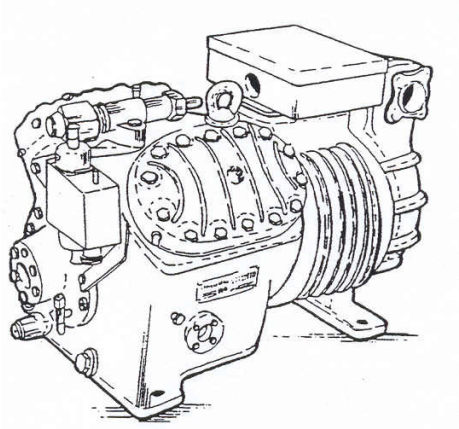
Sistema de lubrificação do compressor aberto

A lubrificação interna do compressor aberto é feita de duas formas distintas: com salpicos ou por bomba (sistema forçado). No sistema de lubrificação com "salpico", o pescador existe na biela ou excêntrico, ao girar, mergulha no depósito de óleo e joga este para a parte superior. Desse modo, o óleo cai em gotas sobre os demais componentes móveis, lubrificando-os.



Compressor semi-hermético

É semelhante ao compressor hermético, notando-se que a caixa que envolve o conjunto compressor-motor é toda parafusada permitindo, assim, o acesso aos componentes, bem como sua substituição.



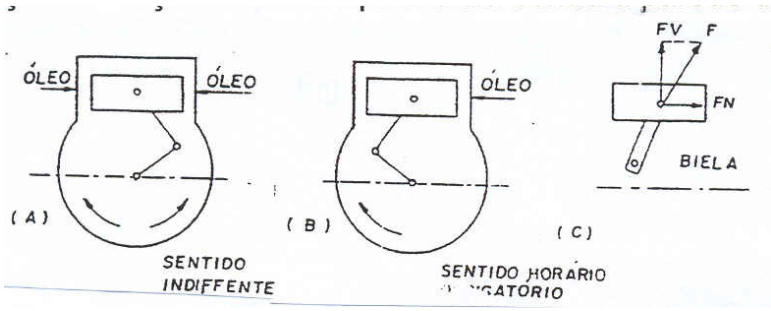
Características do compressor semi-hermético

É fabricado geralmente com potência de 2 HP até 200 HP a rotação normal é de 1750 rpm.

Lubrificação

A lubrificação dos compressores semi-herméticos pode ser feita por salpico, forçado e imersão. O sentido de rotação de um compressor pode ser ditado pelo sistema de lubrificação. Quanto às válvulas, não importa o sentido. As modernas bombas de engrenagens de óleo podem girar num sentido ou no outro. Pela observação da entrada de óleo nos cilindros pode-se determinar o sentido da rotação.

O compressor “a” pode girar em qualquer sentido, o compressor “b” tem que girar no sentido horário para que, ao subir, o maior esforço do cilindro seja exercido contra o lado lubrificado do cilindro. A figura c mostra “c” de decomposição da força F exercida pela biela contra a parede do cilindro.



Componentes da unidade condensadora

Compressores abertos Bitzer-frigor, com volante, base com esticador de correias-trilhos para o motor de acionamento-tanque de liquido com válvulas de serviço-hélice-ligações do tubo de cobre do condensador. O condensador é fabricado com tubos de cobre dispostos alternadamente, e aletas de alumínio. Em unidades de maior capacidade, o motor da ventilação é independente no condensador.

Acessórios opcionais

- Pressostato de alta e baixa pressão.
- Válvula solenóide e indicador de líquido.
- Separador de óleo.
- Separador de líquido.
- Tubos flexíveis nas linhas de alta e baixa pressão.
- Sistema aliviador de partida.
- Motor elétrico do acionamento.
- Polia, correias e grade de proteção.

Motor monofásico (demais diâmetros correspondem a motores trifásicos).

Informações sobre polias e motores não especificadas, consultar o fabricante.

– conexão rosqueada.
– conexão soldada.

A temperatura de 35 graus centígrados.

Peso de 1 litro R 12 = 1,2 Kg
Peso de 1 litro R 22 = 1,16 Jg

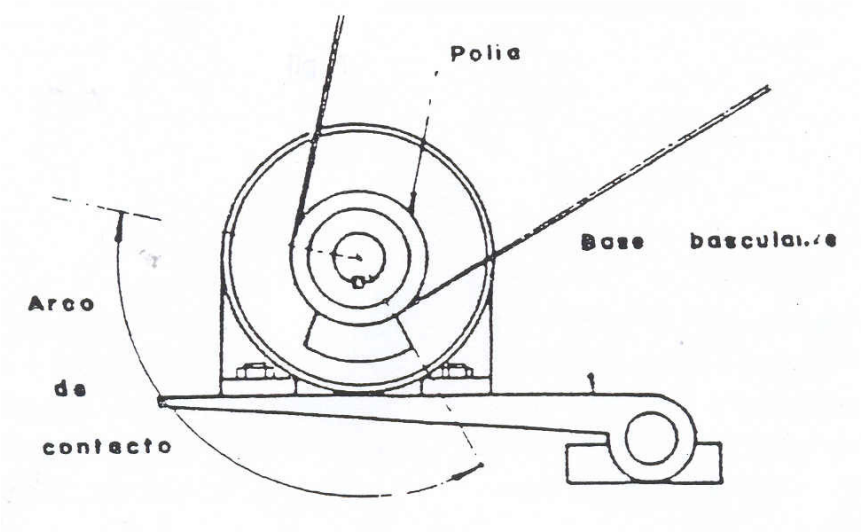
Hélices acionadas por motor independente 220/380 V.

Necessário resfriamento adicional – superaquecimento na sucção = 20ºC.

A unidade condensadora somente poderá ser aplicada na temperatura de evaporação de capacidade calorífica.

Acoplamentos indiretos de motores elétricos

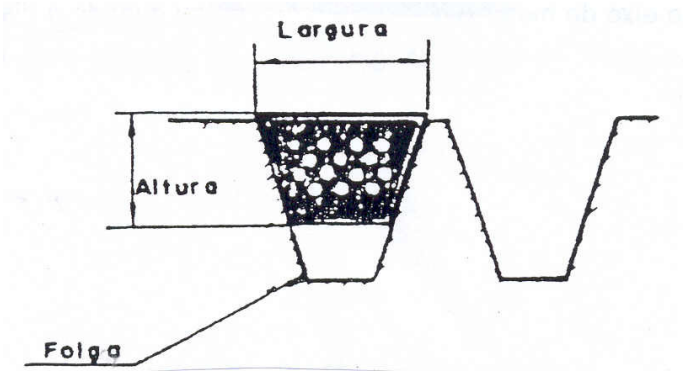
Os eixos do motor e da máquina são ligados por correias. Este tipo de acoplamento é empregado quando pretendemos fazer pequenas reduções de velocidade entre o eixo do motor e o eixo da máquina ou quando a disposição do eixo da máquina não facilita acoplamento direto, no caso dos eixos da mesma velocidade.



As correias em V, tem o uso atualmente generalizado no acoplamento de motores de baixa e média potência. Essas correias são fabricadas com borracha sintética envolvendo um núcleo de cordonê. As correias em V, são encontradas em 5 seções padronizadas, conhecidas como: A, B, C, D e E, que são de diferentes comprimentos, conforme tabela abaixo.

SEÇÃO (Tamanho)	LARGURA (Polegada)	ALTURA (Polegada)	PERÍMETROS APROXIMADOS EM METROS	
			MÍNIMO	MÁXIMO
A	1 / 2	11 / 32	0,650	3,300
B	21 / 32	7 / 16	0,920	7,600
C	7 / 8	17 / 32	1,300	10,000
D	1 1 / 4	3 / 4	3,100	15,000
E	1 1 / 2	1	4,650	17,000

Essas correias trabalham sobre polias de canais em V, cujas dimensões visam satisfazer às da correia com que irão operar. Os canais devem ter profundidade tal que impeça a base da correia encostar no fundo da polia, fazendo a correia ajustar-se apenas sobre os lados.

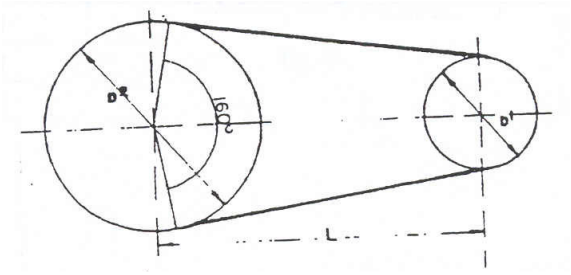


No acoplamento com correias em V, pode-se usar uma só correia ou várias correias na mesma polia. Usando-se várias correias, deve-se cuidar que elas tenham exatamente o mesmo perímetro, pois, para um mesmo comprimento nominal, as correias tem variações. Assim, as mais curtas ficarão mais tensas e portanto, suportando mais carga que as demais, o que irá danificá-las rapidamente.

No sistema de transmissão com correias em V deve-se observar que os menores diâmetros de polia que essas correias admitem são os seguintes:

Correia A	-	Diâmetro	-	50 mm
Correia B	-	Diâmetro	-	100 mm
Correia C	-	Diâmetro	-	175 mm
Correia D	-	Diâmetro	-	250 mm
Correia E	-	Diâmetro	-	450 mm

É preciso observar também que a distância L entre os eixos deve ser igual ou maior que 2 vezes o diâmetro da polia maior, a fim de que o menor arco de contato tenha um ângulo de 160 graus.



Outras recomendações

- A polia maior deve conter, no máximo, 8 vezes a polia menor.
- As correias em V, podem ser usadas até para transmissão na vertical.

Numa transmissão por correias, quer para as correias planas, quer para as correias em V, devem ser observados ainda os seguintes pontos:

- O número de rotação de polia movida que é dado pela fórmula:

$$\text{rpm (polia movida)} = \frac{\text{diâmetro polia motora}}{\text{diâmetro polia movida} \times \text{rpm (polia motora)}}$$

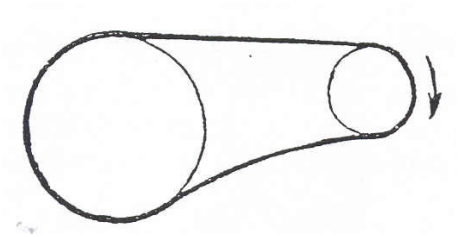
- As correias não devem trabalhar com velocidade linear superior a 1.500 metros por minuto, em local com temperatura superior a 60 graus em contato com óleo ou graxa. As correias tem capacidade de transmissão limitada e, para cada tipo de correia, essa capacidade depende ainda da sua velocidade linear, conforme relacionado no quadro:

VELOCIDADE LINEAR DE CORREIA (m/min)	**CORREIA PLANA**		**CORREIA EM V**				
	Espessura 1 / 4”	Espessura 3 / 8”	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**
	HP por 1” de largura		**HP por uma correia**				
300	1,3	2,0	0,5	0,8	3,0	6,0	8,5
400	1,8	2,6	0,6	1,1	3,6	7,4	10,5
600	2,8	3,9	1,1	1,8	5	10,2	14,0
800	3,7	5,3	1,6	2,2	6,6	13,3	18,0
1 000	4,6	6,6	2,0	2,8	8	16,0	22
1 250	5,7	8,2	2,1	3,1	9	18	24
1 500	6,8	10,0	2,2	3,2	9	18	24

Os números indicam a potência, em HP, que as diferentes correias podem transmitir as diversas velocidades. Deve-se notar que os eixos estejam paralelos entre si e as polias alinhadas. As correias em V, não precisam estar esticadas, basta que não trabalhem muito bambas. Sempre que possível, o

lado inferior da correia deve ser escolhido para ser o lado de tração, ou lado tenso, deixando-se o lado superior bambo.

Chama-se acoplamento de um motor elétrico ao sistema pelo qual se faz a transmissão do movimento do motor para o compressor. O acoplamento é também conhecido como “conjugação de máquinas”.

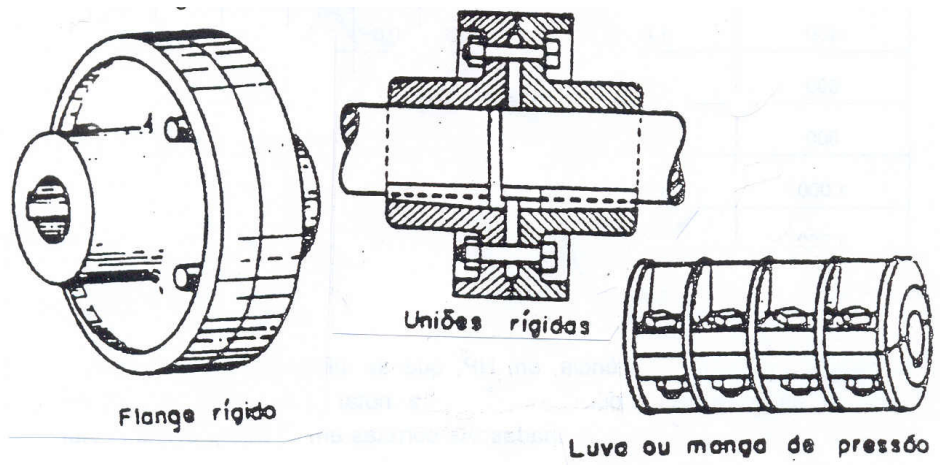


Acoplamento direto

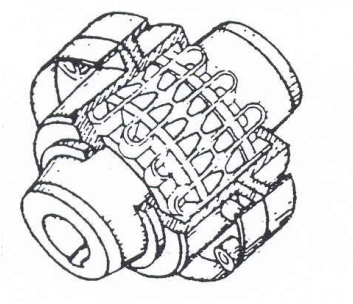
No acoplamento direto, o eixo do motor se liga diretamente ao eixo da máquina. Esse tipo de acoplamento é empregado sempre que o eixo da máquina tenha o mesmo número de revoluções por minuto que o eixo do motor e a montagem o permita. Dentre todos os tipos de acoplamento, é o mais econômico.

O acoplamento direto é feito por meio de uniões, que existem em dois tipos:

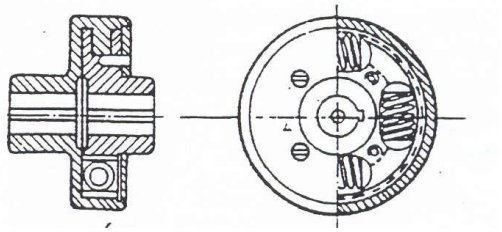
- Uniões rígidas e uniões flexíveis



O outro tipo, mais complexo, resolve também o problema do amortecimento dos choques e vibrações.



União elástica contra vibração com mola chata

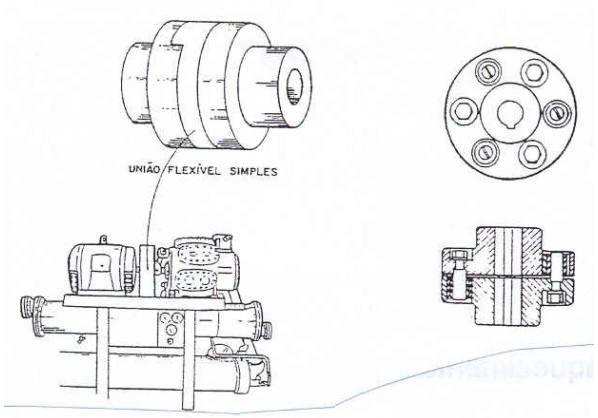


União elástica contra vibração com mola espiral

As uniões rígidas são oferecidas a mais baixo preço. Empregam-se essas uniões sempre que não haja possibilidade de os eixos se desalinharem, no caso de o eixo da máquina dispor de um único mancal quando o motor não sofrer impactos provocados pela máquina. As uniões rígidas são mais aconselhadas para os motores de flange, que oferecem menos possibilidades de desalinhar que o motor de pés.

Na prática, o alinhamento rigoroso é muito difícil de conseguir. Quando em eixo mal alinhado se emprega união rígida, certamente ocorre avaria no eixo ou nos mancais. Para evitar esses males, empregam-se as uniões elásticas. Estas, além de permitirem o acoplamento entre eixos com alinhamento não rigorosos, protegem os motores, absorvendo as vibrações e os impactos que ocorrem no funcionamento de certas máquinas.

As uniões elásticas são encontradas em dois tipos. O tipo mais simples, visa solucionar apenas o problema de alinhamento, não servindo amortecer choques.



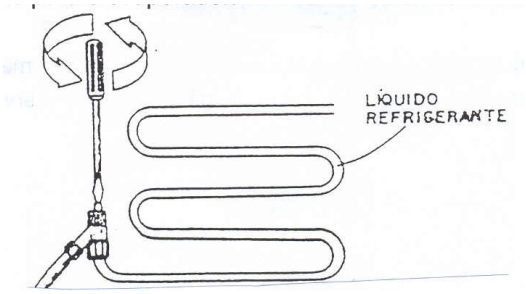
Observação:
Empregando qualquer tipo de base, procure alinhar com absoluta exatidão o eixo do motor com o da máquina que será acoplada.

No alinhamento de uma base ajustável, isto é, trilho ou base inteiriça, deixe folgada suficiente para permitir certo movimento, não se esqueça de localizar o parafuso de ajustagem, em posição oposta à máquina que será acionada, se o acoplamento for por correia.

VÁLVULAS DE EXPANSÃO

1. As válvulas de expansão são selecionadas e ajustadas na fábrica.
2. A regulagem só deverá ser modificada, e a válvula substituída, em caso de absoluta necessidade.
3. Existem válvulas cujo parafuso de ajuste fecha no sentido anti-horário.
4. Siga as recomendações do fabricante.

Nota:
Para se proceder a regulagem, a unidade deverá estar em funcionamento.
Gire o parafuso de ajuste no sentido anti-horário para aumentar a quantidade de líquido refrigerante para o evaporador.



Observação:
1. Quando a quantidade de líquido refrigerante para o evaporador é aumentada, o superaquecimento diminui.
2. Quando a quantidade de líquido refrigerante para o evaporador é diminuída, o superaquecimento aumenta.
3. Verifique se o superaquecimento da válvula é adequado para a unidade.

Válvula de expansão

É um dispositivo que tem a função de controlar de maneira precisa a quantidade de refrigerante que penetra no evaporador.

Tipos

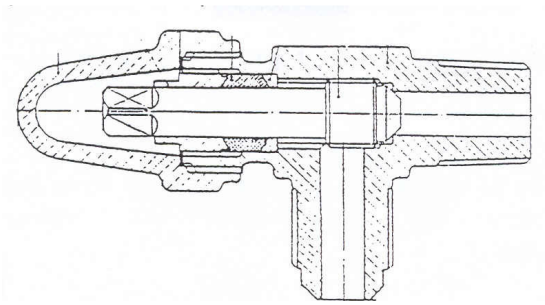
Os principais tipos de válvulas de expansão são as seguintes:

- Válvula manual.
- Válvula automática.
- Válvula termostática com equalizador interno.
- Válvula termostática com equalizador externo.

Válvula manual

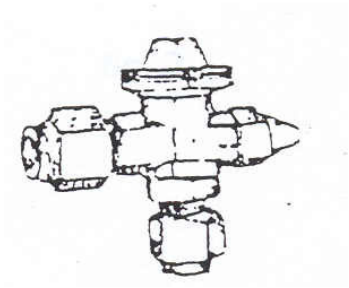
Funcionamento

As válvulas de expansão manual são válvulas de agulha acionada a mão. A quantidade de refrigerante que passa através do orifício da válvula depende da abertura da válvula que é ajustável manualmente. A maior desvantagem da válvula de expansão manual é que ela é inflexível.



Válvulas automáticas

As válvulas automáticas se destinam a manter uma pressão de sucção constante no evaporador, independente das variações de carga de calor.



São válvulas de funcionamento muito preciso. Uma vez bem reguladas, mantém praticamente constante a temperatura do evaporador, daí serem usadas quando se deseja um controle exato de temperatura.

Funcionamento

Essas válvulas funcionam da seguinte maneira: quando o compressor começa a trabalhar, diminui a pressão do refrigerante no evaporador. Isso faz com que a agulha de válvula se abra, permitindo a entrada de refrigerante no evaporador.

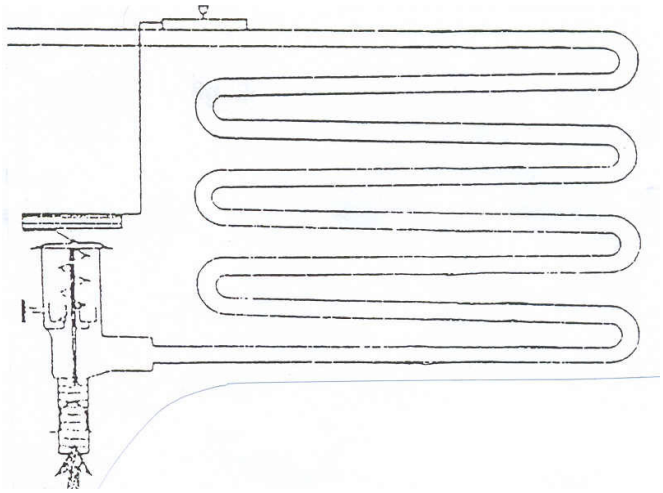
Enquanto o compressor está funcionando, a válvula automática mantém uma pressão constante no evaporador. Quando o compressor pára, a pressão do refrigerante no evaporador começa a elevar-se rapidamente. Esse aumento de pressão faz com que a agulha da válvula se feche.

Assim que o compressor deixa de funcionar, é importante que a válvula se feche, para evitar que penetre muito refrigerante líquido no evaporador, pois o mesmo poderia vazar até a linha de sucção. É necessário, portanto, regular a pressão em que a válvula deve fechar, de acordo com a temperatura em que o compressor se desliga. Isso se faz pelo parafuso de ajuste.

Válvula de expansão termostática com equalizador interno

Funcionamento

O grau de abertura da válvula é regulado pela pressão Pb no bulbo e tubo capilar atuando no lado superior do diafragma, o qual é determinado pela temperatura do bulbo.



A pressão Po na saída da válvula, atuando sob o diafragma, é determinada pela temperatura do evaporador. A pressão da mola atuando sob o diafragma é de regulagem manual.

A perda de pressão do evaporador Δt é medida em graus centígrados. Na pressão do refrigerante – 15 – (-20) –5ºC. Desde que a mola da válvula tenha sido regulada manualmente para uma pressão correspondente a 4ºC segue-se que, para obter um equilíbrio entre as forças atuantes sobre e sob o diafragma.

Pb = Po / Ps ~ -15 + 4 = -11ºC

Quer dizer que o refrigerante necessita ser sobreaquecido de –11 - (-20) = 9ºC antes que a válvula comece a abrir.

Válvula de expansão termostática com equalizador externo

Funcionamento

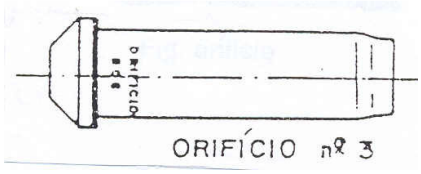
O grau de abertura da válvula é regulado pela pressão Pb no bulbo e no tubo capilar, atuando no lado superior do diafragma. É determinada pela temperatura do bulbo.

A pressão Po-ΔP na saída do evaporador atuando sob o diafragma, é determinada pela temperatura de evaporação e perda de pressão no evaporador, mais a pressão da mola que também atua sobre o diafragma é regulável manualmente. As válvulas de expansão termostática com equalizador externo são usadas nos evaporadores com grande perda de pressão como é o caso dos que tem distribuidor de líquido.

CARTUCHO Nº	Nº DE CÓDIGO	CAPACIDADE NOMINAL EM Tn-Kcal/h		
		R 12 (Esc. N)	R 22 (Esc. N)	R 22 (Esc. B)
1	68-2004	0,3 – 900	0,5 – 1500	0,3 – 900
2	68-2005	0,5 – 1500	0,8 – 2400	0,5 – 1500
3	68-2006	1,0 – 3000	1,5 – 4500	0,8 – 2400
4	68-2007	1,5 – 4500	2,3 – 6900	1,2 – 3600
5	68-2008	2,0 – 6000	3,0 – 9000	1,5 – 4500

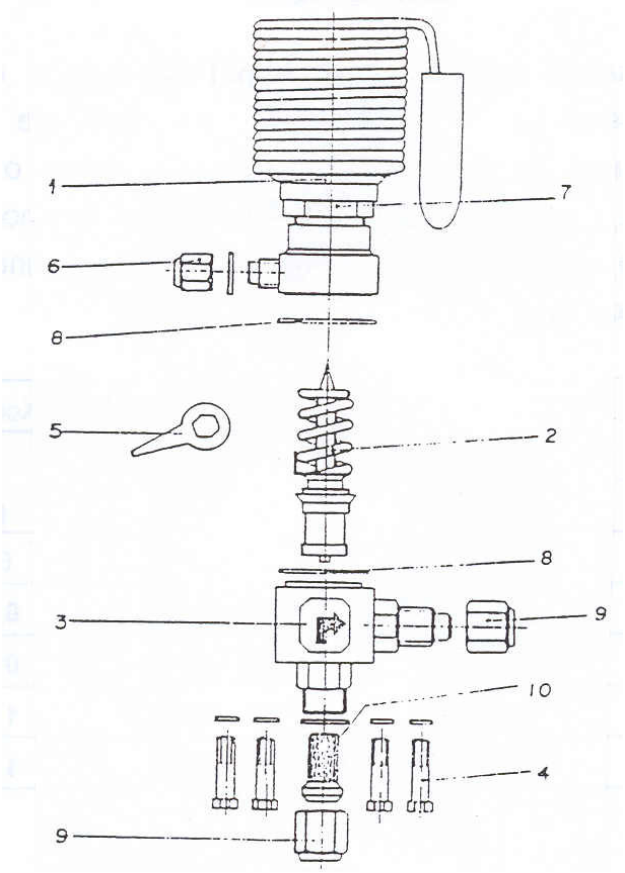
Se na prática, porém, por qualquer motivo, for constatado que a válvula escolhida não dá necessária vazão de refrigerante, basta substituir o cartucho,

que contém um orifício, por um diâmetro maior, sem retirar a válvula. Para essa finalidade, a última coluna da tabela acima, indica os códigos dos referidos cartuchos.



As válvulas de expansão, na sua maioria, são constituídas de três elementos principais:

a) Parte superior, com seu conjunto termostático composto de fole (1) corpo do conjunto termostático (7), porca tampão (6).
b) Conjunto intercambiável de orifício, composto de mola e agulha (2), anel de vedação (8).
c) Corpo de válvula, com conexões, composto de parafusos de conexões (4) porca de ajuste dos tubos de entrada e saída de refrigerante (9) e filtro (10).



Visor e distribuidor de líquido

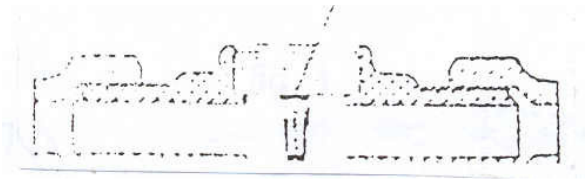
São componentes que num sistema de refrigeração, principalmente em máquinas de grande porte, exercem um importante trabalho: o fornecimento do líquido refrigerante no evaporador e a visualização da passagem do líquido na linha de alta pressão, além de permitir, em alguns casos, a constatação de umidade no sistema.

Visor de líquido

O visor serve para indicar falta de líquido na válvula de expansão termostática. Bolhas de vapor no visor indicam, por exemplo, falta de carga, sub-arrefecimento ou obstrução parcial do filtro.

Visor com indicador de umidade

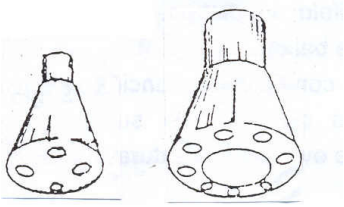
O visor está equipado com um indicador de cor (1) que passa de verde para amarelo quando o teor de umidade do refrigerante excede o valor crítico. A indicação de cor é reversível, isto é, a cor passa novamente de amarelo para verde quando a instalação está seca, por exemplo: renovando o secador de linha.



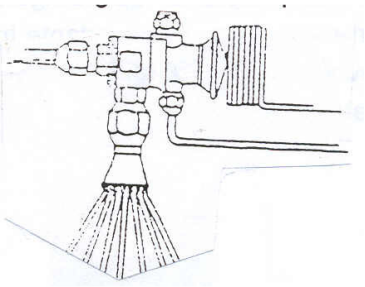
Ao mostrar o secador da linha de líquido numa posição vertical, é preciso certificar-se de que a entrada fique em cima e a saída em baixo. Desta maneira, haverá sempre líquido refrigerante no filtro, de modo que a capacidade de secagem é utilizada da melhor maneira possível.

Distribuidor de líquido

Tem por finalidade distribuir o gás refrigerante em proporções idênticas pelas várias secções do tubo evaporador, permitindo, assim, um rendimento imediato, logo após a partida do compressor.



O distribuidor é instalado na saída da válvula de expansão. As tubulações que neles são soldadas devem ter o mesmo comprimento, para que não haja deficiência no fornecimento do refrigerante no evaporador.



Superaquecimento

Definição

Diferença entre temperatura de sucção (Ts) e a temperatura de evaporação saturada (Tev).

SA = Ts – Tel

Equipamentos necessários para medição

- Manifold.
- Termômetro de bulbo ou eletrônico (com sensor de temperatura).
- Filtro ou espuma isolante.
- Tabela de conversão Pressão-Temperatura para R-22.

Passos para medição

1. Coloque o bulbo ou sensor do termômetro em contato com a linha de sucção, o mais próximo possível do bulbo da válvula de expansão. A superfície deve estar limpa e a medição ser feita na parte superior do tubo, para evitar leituras falsas. Recubra o bulbo ou sensor com a espuma, de modo a isolá-lo da temperatura ambiente.
2. Instale o manifold nas linhas de descarga (manômetro de alta) e sucção (manômetro de baixa).
3. Depois que as condições de funcionamento estabilizarem-se leia a pressão no manômetro da linha de sucção. Da tabela de R-22 obtenha a temperatura de evaporação saturada (Tev).
4. No termômetro leia a temperatura de sucção (Ts). Faça várias leituras e calcule sua média que será a temperatura adotada.

5. Subtraia a temperatura de evaporação saturada (Tev) da temperatura de sucção, a diferença é o superaquecimento.
6. Se o superaquecimento estiver entre 4ºC e 6ºC, a regulagem da válvula de expansão está correta. Se estiver abaixo, muito refrigerante está sendo injetado no evaporador e é necessário fechar a válvula (girar parafuso de regulagem para a direita – sentido horário).

Se o superaquecimento estiver alto, pouco refrigerante está sendo injetado no evaporador e é necessário abrir a válvula (girar parafuso de regulagem para a esquerda – sentido anti-horário).

Exemplo de cálculo

Pressão da linha de sucção (manômetro).....	75 psig
Temperatura da linha de sucção (termômetro).....	15ºC
Temperatura de evaporação saturada (tabela).....	7ºC
Superaquecimento (subtração).....	8ºC

Superaquecimento alto: abrir a válvula de expansão

Observação:
Após fazer o ajuste da V.E.T. não esquecer de recolocar o capacete.

Ajuste de superaquecimento da válvula de expansão

O superaquecimento é verificado e ajustado da seguinte maneira:

1. Para analisar a condição de superaquecimento deve-se preparar a superfície da tubulação, onde será conectado o sensor de temperatura, lixando-se a superfície e a área fixação.
2. Prende firmemente o sensor de um termômetro eletrônico preciso, a linha de sucção, perto do bulbo remoto da válvula de expansão termostática, no mesmo lado. Isole o sensor com fita adesiva para impedir a interferência de temperaturas externas.
3. Instale um manômetro de baixa pressão no lado de sucção do equipamento.
4. Acione o sistema e deixe que a temperatura acusada pelo termômetro se estabilize, após o funcionamento do equipamento.
5. Converta a indicação da pressão do manômetro para graus "ºC", usando a tabela de saturação para R-22. A diferença em graus entre a marcação do termômetro e a conversão da pressão para temperatura da pressão de

sucção é o valor do superaquecimento. Se o superaquecimento estiver acima de 11ºC ou abaixo de 6ºC prossiga com o passo 6.

6. Remova a porca do ajustamento do superaquecimento na carcaça da válvula de expansão, e faça o ajustamento necessário. Superaquecimento maior que 11ºC abra a válvula de expansão ou coloque refrigerante. Superaquecimento menor que 6ºC fecha-se a válvula de expansão ou retire o refrigerante.
7. Após ajuste efetuado, retire o sensor do termômetro eletrônico e volte a isolar a linha de sucção.

Sub-resfriamento

Definição

Diferença entre temperatura de condensação saturada (Tcd) e a temperatura da linha de líquido (Tll).

SR = Tcd – Tll

Equipamentos necessários para medição

- Manifold.
- Termômetro de bulbo ou eletrônico (com sensor de temperatura).
- Filtro ou espuma isolante.
- Tabela de conversão pressão-temperatura para R-22.

Passos para medição

1. Coloque o bulbo ou sensor do termômetro em contato com a linha de líquido próxima do filtro secador. Cuide para que a superfície esteja limpa. Recubra o bulbo ou sensor com a espuma, de modo a isolá-lo da temperatura ambiente.
2. Instale o manifold nas linhas de descarga (manômetro de alta) e sucção (manômetro de baixa).
3. Depois que as condições de funcionamento estabilizarem leia a pressão no manômetro da linha de descarga.

   Nota:

   As medições devem ser feitas com o equipamento operando dentro das condições de projeto da instalação para permitir alcançar a performance desejada.
4. Da tabela de R-22, obtenha a temperatura de condensação saturada (Tcd).

5. No termômetro leia temperatura da linha de líquido (Tll). Subtraia da temperatura de condensação saturada, a diferença é o sub-resfriamento.
6. Se o sub-resfriamento estiver entre 8 a 11ºC a carga está correta. Se estiver abaixo, adicione refrigerante, se acima, remova refrigerante.

Exemplo de cálculo

Pressão da linha de descarga (manômetro).....	260 psig
Temperatura de condensação saturada (tabela).....	49ºC
Temperatura da linha de líquido (termômetro).....	45ºC
Sub-resfriamento (subtração).....	4ºC

Adicionar refrigerante

Ajuste do sub-resfriamento – carga de refrigerante

O sub-resfriamento é verificado e ajustado da seguinte maneira.

1. Para analisar a condição de sub-resfriamento deve-se preparar a superfície da tubulação, onde será conectado o sensor de temperatura lixando a superfície e a área de fixação.
2. Prende firmemente o sensor de um termômetro eletrônico preciso, à linha de líquido, 10 a 15 cm antes do filtro secador da unidade no mesmo plano. Isole o sensor com uma fita adesiva para impedir a interferência de temperaturas externas.
3. Instale um manômetro de alta pressão no lado de descarga do compressor, caso a unidade não possua um.
4. Acione o sistema e deixe que a temperatura acusada pelo termômetro se estabilize, após o funcionamento do mesmo.
5. Converta a indicação da pressão do manômetro para ºC, usando a tabela de saturação para R-22 a diferença em graus entre a conversão da pressão para temperatura da pressão de descarga e a marcação do termômetro eletrônico é o valor do sub-resfriamento.

Pressão de Vapor

PRESSÃO DE VAPOR

Temp.		R 12		R 134a		R 22		R 502		R 717	
°C	°F	Psig	bar(ef)	Psig	bar(ef)	Psig	bar(ef)	Psig	bar(ef)	Psig	bar(ef)
-45	-49,0	-15,01	-0,51	-18,23	-0,62	-5,41	-0,18	0,29	0,02	-13,80	-0,47
-42	-43,6	-12,55	-0,43	-16,25	-0,55	-1,60	-0,05	2,49	0,17	-10,90	-0,37
-39	-38,2	-10,05	-0,34	-13,86	-0,47	1,30	0,09	4,96	0,34	-7,55	-0,26
-36	-32,8	-7,12	-0,24	-11,23	-0,38	3,64	0,25	7,69	0,53	-3,79	-0,13
-33	-27,4	-3,88	-0,13	-8,25	-0,28	6,22	0,43	10,69	0,74	0,26	0,02
-30	-22,0	-0,24	-0,01	-4,89	-0,17	9,09	0,63	14,01	0,97	2,64	0,18
-27	-16,6	1,84	0,13	-1,13	-0,04	12,26	0,84	17,65	1,22	5,34	0,37
-24	-11,2	4,00	0,28	1,49	0,10	15,75	1,09	21,63	1,49	8,32	0,57
-21	-5,8	6,37	0,44	3,78	0,26	19,57	1,35	25,98	1,79	11,71	0,81
-18	-0,4	8,95	0,62	6,32	0,44	23,75	1,64	30,72	2,12	15,43	1,06
-15	5,0	11,81	0,81	9,12	0,63	28,30	1,95	35,87	2,47	19,50	1,35
-12	10,4	14,90	1,03	12,21	0,84	33,25	2,29	41,45	2,86	24,17	1,67
-9	15,8	18,26	1,26	15,59	1,07	38,65	2,66	47,47	3,27	29,26	2,02
-6	21,2	21,90	1,51	19,31	1,33	44,46	3,06	53,97	3,72	34,80	2,40
-3	26,6	25,85	1,78	23,37	1,61	50,76	3,50	60,94	4,20	40,94	2,82
0	32,0	30,11	2,08	27,79	1,92	57,55	3,97	68,44	4,72	47,60	3,28
3	37,4	34,70	2,39	32,61	2,25	64,85	4,47	76,48	5,27	54,92	3,79
6	42,8	39,65	2,73	37,82	2,61	72,68	5,01	85,08	5,86	62,84	4,33
9	48,2	44,84	3,10	43,48	3,00	81,07	5,59	94,27	6,50	71,51	4,93
12	53,6	50,61	3,49	49,57	3,42	90,05	6,21	104,05	7,17	80,83	5,57
15	59,0	56,69	3,91	56,14	3,87	99,65	6,87	114,45	7,89	91,00	6,27
18	64,4	63,18	4,35	63,22	4,36	109,86	7,57	125,49	8,65	101,88	7,02
21	69,8	70,10	4,83	70,81	4,88	120,76	8,32	137,21	9,46	113,72	7,84
24	75,2	77,45	5,34	78,96	5,44	132,34	9,12	149,63	10,31	126,33	8,71
27	80,6	85,29	5,88	87,67	6,04	144,62	9,97	162,76	11,22	140,00	9,65
30	86,0	93,60	6,45	96,98	6,68	157,65	10,87	176,64	12,18	154,53	10,65
33	91,4	102,42	7,06	106,93	7,37	171,45	11,82	191,28	13,18	170,19	11,73
36	96,8	111,75	7,70	117,51	8,10	186,04	12,82	206,72	14,25	186,81	12,88
39	102,2	121,64	8,38	128,78	8,88	201,46	13,88	222,98	15,37	204,87	14,11
42	107,6	132,09	9,10	140,77	9,70	217,77	15,01	240,10	16,55	223,55	15,41
45	113,0	143,12	9,86	153,47	10,58	234,98	16,20	258,09	17,79	243,80	16,80
48	118,4	154,74	10,67	166,95	11,51	253,08	17,44	277,01	19,09	265,17	18,28
51	123,8	166,97	11,51	181,23	12,49	272,16	18,76	296,89	20,46	-	-
54	129,2	179,85	12,40	196,34	13,53	292,26	20,14	317,76	21,90	-	-
57	134,6	193,41	13,33	212,32	14,63	313,38	21,60	339,68	23,41	-	-
60	140,0	207,65	14,31	229,19	15,80	335,60	23,13	362,71	25,00	-	-
63	145,4	222,59	15,34	246,99	17,02	359,95	24,74	386,89	26,67	-	-
66	150,8	238,26	16,42	265,76	18,32	383,48	26,43	412,34	28,42	-	-

OBS.: Números em vermelho = Polegadas de mercúrio abaixo de 1 atm

ABASTECIMENTO DE GÁS EM UNIDADES FRIGORÍFICAS

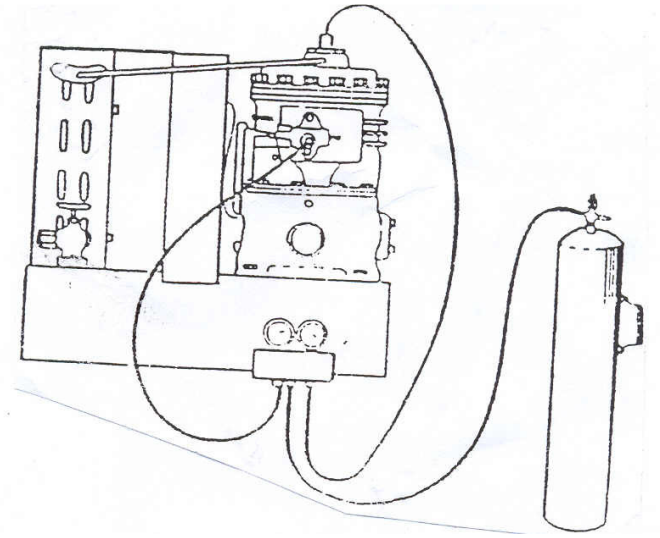
Dar Carga de Gás Refrigerante em Unidade Aberta

É aplicar gás ao sistema de refrigeração. Esta operação é imprescindível para o seu funcionamento. É executada quando o sistema sofre reparos por motivo de vazamento e contaminação por umidade.

Processo de Execução

1º Passo – Instale o cilindro com gás refrigerante na válvula do conjunto de manômetros. Em seguida conecte as mangueiras nas válvulas de serviço de "alta" e "baixa".

a) Retire no niples tampão.
b) Instale no niples cônicos.
c) Instale a mangueira e o conjunto de manômetros e o cilindro de refrigerante.



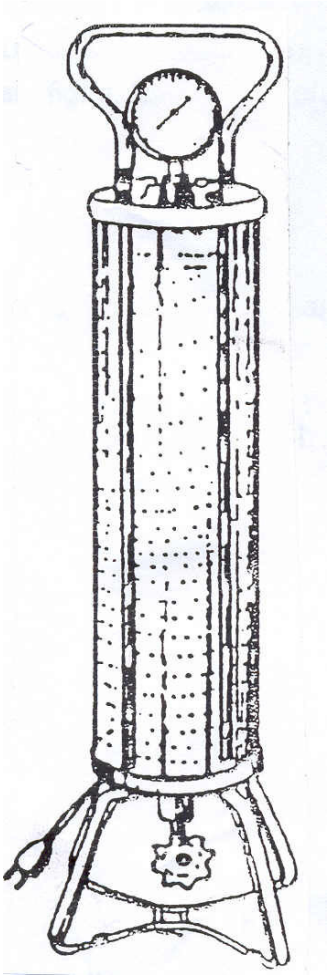
Nota:
Se necessário faça vácuo.

2º Passo – Dê carga de gás refrigerante

Abra o registro do tubo de gás refrigerante.
Expurgue o ar das mangueiras.

Observação:

1. Quando a pressão do sistema se tornar positiva a mais ou menos 10 libras, aguarde uns minutos, faça funcionar o compressor e complete a carga lentamente.
2. As cargas podem ser controladas pela estação de carga ou por cilindro graduado, com manômetro.
3. Siga as instruções do fabricante.
4. Feita a carga, desfaça as manobras e verifique o funcionamento do sistema.



Noções de carregamento de gás no sistema aberto

É dar carga de gás refrigerante a um sistema que esteja com falta ou totalmente vazio e devidamente preparado para receber o gás refrigerante. Existem duas formas de carregar o sistema já mencionado, ou seja, podemos dar com o refrigerante em estado líquido ou gasoso.

Carga com refrigerante no estado líquido

A carga de refrigerante no estado líquido é pouco recomendada, deve ser feita com o sistema totalmente parado, seguindo-se criteriosamente as recomendações do fabricante, por ser este processo sujeito a riscos de acidentes.

Carga com refrigerante no estado gasoso

No sistema aberto a carga de refrigerante se processa estando este no estado gasoso. Entretanto, deve-se proceder de forma a eliminar riscos de acidentes e, para isto, recomendamos agir da seguinte forma:

a) Abrir todas as válvulas dos sistema, especialmente as de serviço e de descarga do compressor, existentes entre o compressor e o tanque de líquido.

   Precaução

   Qualquer erro ou esquecimento desta recomendação implicará em acidente: rupturas das juntas, explosão do cabeçote, do tanque ou do separador de óleo, com risco de vida ou acidente grave para o operador.

b) A colocação do cilindro de gás e do conjunto de manômetros de alta e baixa no sistema deve ser precedida de testes de vazamento. E o operador deverá certificar-se de que as mesmas não tenham contato com as partes móveis do compressor.

c) A carga de gás refrigerante deve ser acompanhada de uma leitura freqüente das pressões de alta e de baixa, conforme mostra a tabela a seguir, ou de especificação recomendada pelo fabricante.

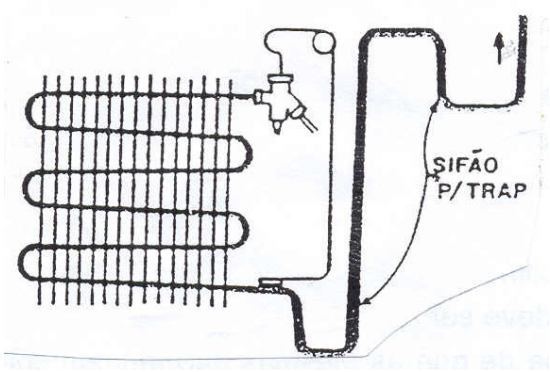
PRESSÕES DE CONDENSAÇÃO MÁXIMAS RECOMENDADAS (PSI)		
REFRIGERANTE	TEMPERATURA AMBIENTE ºC (média)	
	+ 25	+ 35
R-12	125	160
R-22*	210	250
R-502	230	260

Nota:

1. Quando se dá carga de gás refrigerante, o cilindro deve obrigatoriamente estar na posição vertical, pois, caso contrário, injetará no compressor o gás no estado líquido, que fará baixar a temperatura, provocando danos no compressor.

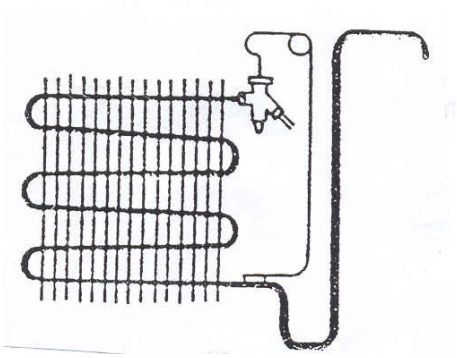
Tubulação para o gás refrigerante

As tubulações usadas nas linhas do sistema de refrigeração devem ter comprimento e bitola adequadas, para evitar excessiva queda de pressão. As linhas horizontais de sucção devem ser inclinadas em direção ao compressor, no mínimo 1 centímetro para cada metro, para o óleo retornar ao compressor. As linhas de sucção verticais com altura superior a 1,5 m devem ter na linha um sifão.

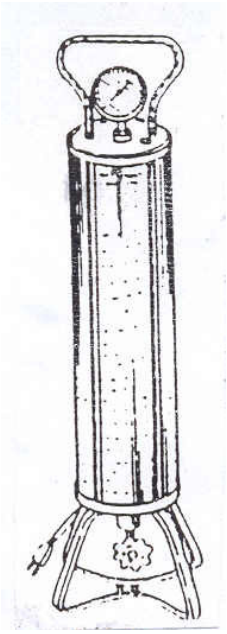


Como a separação do óleo não atinge uma eficiência de 100%, sempre teremos uma quantidade circulando com o gás refrigerante. A figura acima indica uma tubulação de sucção em que o evaporador está em nível abaixo do compressor. Este caso é freqüentemente usado em câmara frigorífica e instalações de balcões dos supermercados, em que a sala das unidades fica a longa distância.

A seguir temos a tubulação de sucção, em que o evaporador, está em nível acima do compressor.



Quando se faz a carga de gás refrigerante no sistema, pode haver queda de temperatura no cilindro com o refrigerante, isto é, à medida que se libera do cilindro o refrigerante, que está no estado líquido, vai evaporando. Toda vez que isto acontece, há equilíbrio de pressões e o gás refrigerante não entra no sistema. Caso isto ocorra no uso do cilindro graduado, deve-se ligar a resistência aquecedora, para aumentar a pressão e a temperatura.

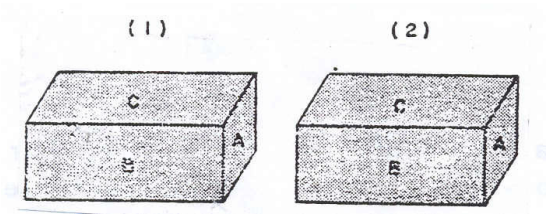


Se houver queda de pressão e de temperatura em cilindro convencional, deve-se aquecê-lo com água quente a 55ºC. Em ambos os casos isto acontece quando a capacidade do cilindro é igual ou menor que a do sistema.

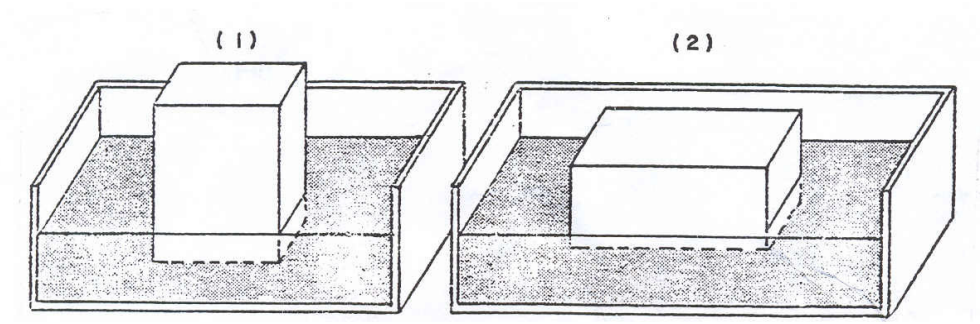
PRESSÃO

Para compreender o conceito de pressão veja o exemplo abaixo:

Tomam-se dois blocos de aço, de idênticas dimensões e peso, aos quais denominamos bloco 1 e bloco 2.



Agora, apoiamos sobre uma superfície de areia úmida, o bloco 1 pela face A e o bloco 2 pela face C.



Observando a impressão deixada pelos blocos na areia, note que o bloco 1 penetrou mais na areia. Contudo, eles não são idênticos? Sim! Só que o peso do bloco 1 distribuiu-se por uma superfície menor, a face A, ao passo que o peso do bloco 2 distribuiu-se por uma superfície maior, a face C.

O exemplo anterior nos leva ao conceito de pressão:

Pressão é a força exercida por um corpo perpendicularmente a uma superfície dividida pela área de contato desse corpo com a superfície.

$$P = \frac{F}{A}$$

Portanto, pressão é força por unidade de área.

A experiência com os blocos indica que a pressão é diretamente proporcional à força, isto é, aumentando a força a pressão aumenta, indica também que a pressão é inversamente proporcional a área, isto é, diminuindo a área, a pressão aumenta.

Unidades de pressão

Segundo o Sistema Internacional (SI), a unidade de força é o newton (N) e a unidade de área é o metro quadrado (m^2).

Como pressão é a força exercida por unidade de área, isto é,

$P = \frac{F}{A}$, sua unidade, segundo o SI, é $\frac{N}{m^2}$

Esta unidade recebe o nome de pascal (Pa).

Assim, $1 \frac{N}{m^2} = 1Pa$

O pascal é a unidade oficial recomendada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO) mas há outras unidades de pressão usadas na prática, em razão dos aparelhos de medição que ainda trazem essas unidades. Assim, temos bária (bar) e megabária (Mbar), Kgf/m^2, Kgf/cm^2, que recebe o nome de atmosfera técnica absoluta (ata), atmosfera (atm), milímetro de mercúrio (mm de Hg), torricelli (Torr), libra-força por polegada quadrada (psig), etc.

Acompanhe agora este exercício:

Calcule a pressão exercida por uma força F de 8N perpendicularmente a uma área A de superfície igual a 0,004 m^2.

Sabemos que:

$$P = \frac{F}{A}$$

$$P = \frac{8N}{0{,}004\ m^2}$$

$$P = 2000\ \frac{N}{m^2} \text{ ou } 2000\ Pa$$

Veja agora uma tabela de equivalência entre as várias unidades de pressão utilizadas especialmente em refrigeração.

Tabela – equivalência entre as unidades de pressão

PRESSÃO	**Ba (dyn/cm^2)**	**Pa (N/m^2)**	**atm**	**bar**	**ata (Kgf/cm^2)**	**Torr (mm de Hg)**	**m de coluna de H_2O**	**psi**
1ba (dyn/cm^2)	1	0,1	$0{,}987 \times 10^{-6}$	10^{-6}	$0{,}102 \times 10^{-5}$	$7{,}5 \times 10^{-4}$	$10{,}2 \times 10^{-5}$	$1{,}45 \times 10^{-5}$
1pa (N/m^2)	10	1	$9{,}87 \times 10^{-5}$	10^{-5}	$0{,}102 \times 10^{-4}$	$7{,}5 \times 10^{-3}$	$10{,}2 \times 10^{-5}$	$1{,}45 \times 10^{-4}$
1 atm	$1{,}013 \times 10^{6}$	$1{,}013 \times 10^{5}$	1	1,013	1,033	760	10,33	14,69
1 bar	10^{6}	10^{5}	0,987	1	1,02	750	10,2	15,50
1 ata (Kgf/cm^2)	$9{,}81 \times 10^{5}$	$9{,}81 \times 10^{4}$	0,968	0,981	1	736	10	14,22
1 Torr (mm de Hg)	$1{,}33 \times 10^{3}$	133	$1{,}31 \times 10^{-3}$	$1{,}36 \times 10^{-3}$	$1{,}36 \times 10^{-3}$	1	$13{,}6 \times 10^{-3}$	0,01934
1m de coluna H_2O	$9{,}81 \times 10^{4}$	$9{,}81 \times 10^{3}$	$9{,}68 \times 10^{-2}$	$9{,}81 \times 10^{-2}$	0,1	73,6	1	1,425
1 psi	68,96 x 102	6,895	$6{,}808 \times 10^{-2}$	$6{,}896 \times 10^{-2}$	0,0703	51,7	$70{,}17 \times 10^{-2}$	1

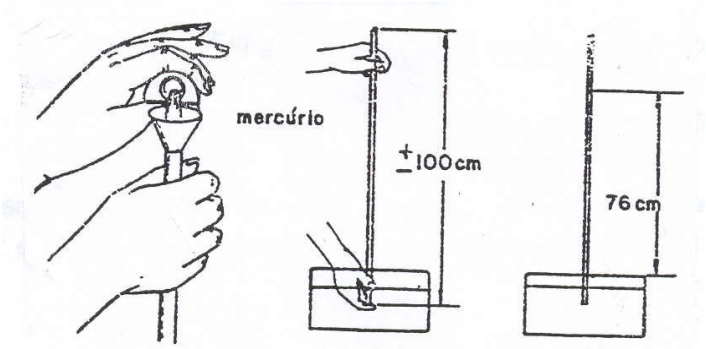
Obs.: psi = libra-força por polegada quadrada (pound per square inch).

Pressão atmosférica e vácuo

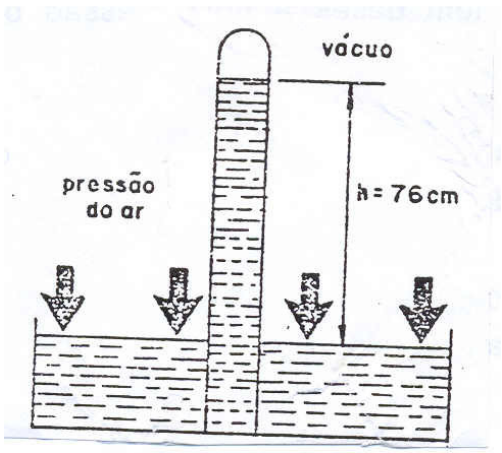
É fato conhecido que a terra está envolvida por uma camada gasosa denominada atmosfera. A atmosfera exerce sobre a terra uma pressão conhecida por pressão atmosférica.

O primeiro a medi-la foi o físico italiano Evangelista Torricelli, a partir de uma experiência realizada ao nível do mar, Torricelli usou um tubo de vidro, com cerca de um metro de comprimento, fechado em um dos extremos. Encheu o tubo com mercúrio e tampou a extremidade aberta com o dedo.

Em seguida, inverteu o tubo e mergulhou-o em um recipiente também contendo mercúrio. Só então retirou o dedo do tubo.



Torricelli verificou que o mercúrio contido no tubo desceu até parar na altura de 76 cm acima do nível do mercúrio contido no recipiente aberto. Por que todo o mercúrio do tubo não desceu para o recipiente? Simplesmente porque a pressão atmosférica, agindo sobre a superfície livre do mercúrio contido no recipiente, equilibrou a pressão exercida pela coluna de mercúrio contida no tubo.



Torricelli concluiu que a pressão atmosférica eqüivale à pressão exercida por uma coluna de mercúrio de 76 cm de altura ao nível do mar, para esse valor deu o nome de atmosfera, cujo símbolo é atm.

Assim, 1 atm = 76 cm de Hg = 760 mm de Hg.

O aparelho inventado por Torricelli foi denominado barômetro.

Posteriormente, foram realizadas várias experiências para medir a pressão atmosférica em diferentes altitudes e chegou-se à conclusão de que a pressão atmosférica varia com a altitude. De fato, a cada 100 m de variação na altitude, a pressão atmosférica varia 1 cm de coluna de mercúrio. Nos lugares elevados, a pressão diminui, nos lugares mais baixos, aumenta.

A unidade mm de Hg é chamada Torricelli (Torr):
1 mm de Hg = 1 Torr
logo, 1 atm = 760 mm de Hg = 760 Torr

Pascal repetiu a experiência de Torricelli usando água em lugar de mercúrio e verificou que a pressão atmosférica equilibra uma coluna de água de 10,33 m de altura.

Assim, 1 atm = 10,33 m de coluna de água.

Vácuo

Vácuo é o termo que designa ausência de matéria em um espaço.

A ciência admite que ainda não é possível produzir vácuo perfeito. Portanto, vácuo em um espaço fechado, por exemplo, no interior de um refrigerador, significa que esse espaço tem gases a uma pressão bastante inferior à pressão atmosférica.

A pressão atmosférica, ao nível do mar, vale 1,03 Kgf/cm^2 ou 14,7 lbf/pol^2 ou 1 atm ou 760 mmHg, a 0ºC de temperatura.

Assim, um espaço fechado cuja pressão seja bastante inferior a 1,03 Kgf/cm^2 ou 760 mmHg será considerado vácuo.

Para o sistema de refrigeração, onde normalmente a pressão de vácuo deve ter valor muito inferior a 1 mmHg, adota-se a unidade militorr (mTorr), equivalente a 0,001 mmHg ou 10^{-3} Torr.

Esse valor não pode ser medido com manômetros comuns. Nas pressões com valores abaixo de 1Torr usam-se medidores eletrônicos de vácuo, que indicam pressões abaixo de 50 mTorr.

Evacuação e desidratação

Evacuação é o ato de produzir vácuo, com a eliminação dos vapores incondensáveis do interior do sistema de refrigeração.

Desidratação é o ato de desidratar, ou seja, eliminar a umidade do interior do sistema de refrigeração.

A tarefa de evacuação-desidratação é uma das mais importantes que o mecânico de refrigeração precisa executar para recuperar uma unidade refrigeradora.

Está comprovado pela experiência, que uma unidade refrigeradora não funciona normalmente se contiver teores de umidade ou de gases incondensáveis.

A umidade causa entupimento no circuito refrigerante devido ao congelamento na saída do capilar. Os gases incondensáveis promovem aumento de pressão no condensador, dificultando a condensação do refrigerante. O oxigênio, principalmente, pode oxidar o óleo nos locais onde a temperatura é mais alta.

É, portanto, necessário que se faça simultaneamente a evacuação e a desidratação do sistema de refrigeração, antes de efetuar a carga de fluído refrigerante.

A evacuação e a desidratação são feitas por meio de bombas de vácuo.

Bombas de baixo e de alto vácuo

As bombas de vácuo são usadas para evacuar e desidratar a unidade selada. Podem ser de baixo vácuo e de alto vácuo.

Existem duas maneiras de fazer a evacuação e desidratação da unidade selada por meio das bombas de vácuo:

- **Evacuar e desidratar a unidade selada montada**

  Neste caso, devem ser usadas as bombas de alto vácuo e a unidade selada deve ser aquecida em uma estufa.

  Após limpar os componentes da unidade ou repará-la, montá-la e testar os vazamentos, a unidade deve ser colocada dentro da estufa e ligada à linha de vácuo, isto é, a um tubo conectado à bomba de vácuo. A estufa deve ser aquecida a temperaturas entre 100 e 120ºC, após dez minutos de funcionamento, o dreno deve ser fechado e o registro, ligado à bomba de vácuo, aberto. Se houver lastro de gás ou "gás-ballast", este deve ser aberto também. A bomba deve funcionar durante quinze minutos com o lastro de gás aberto, depois deste período, fecha-se o lastro e deixa-se a bomba funcionar por mais duas horas. Antes de desligar a bomba, é preciso conferir o valor do vácuo por meio do medidor.

  Atingindo o vácuo recomendado, de 50 a 100 mTorr, a bomba deve ser desligada e, em seguida, o lastro de gás deve ser aberto. Depois que a unidade esfriar, pode-se dar a carga de fluído.

- **Evacuar cada componentes da unidade em separado**

  O método da estufa deve ser usado apenas para a unidade selada com compressor hermético.

  Deve-se lavar cada parte do sistema com auxílio de uma bomba de lavagem de sistema frigorífico. Esta bomba usa refrigerante 11 (R-11), o qual circula várias vezes pelo interior do sistema até eliminar todas as impurezas e a umidade.

  Depois de limpar todos os componentes, deve-se montar a unidade selada novamente e testar o vazamento. Em seguida, evacuar o sistema através da bomba de alto vácuo durante duas horas. A pressão deverá atingir valor entre 50 e 100 mTorr.

Veja agora os cuidados que devem ser observados no uso e instalação das bombas de alto vácuo na estufa.

- Instalar a bomba o mais próximo possível da unidade a ser evacuada, com tubos de cobre de diâmetro superior a 3/8”.
- Instalar dreno de vapor úmido na linha de vácuo da bomba.
- Ligar um sifão com dreno na descarga da bomba.
- Providenciar instalação na unidade para fazer vácuo através dos lados de baixa e de alta pressão para tornar o processo mais rápido.
- Examinar a bomba e ligá-la, respeitando o sentido de rotação recomendado pelo fabricante.
- Abrir o lastro de gás nos primeiros quinze minutos de funcionamento da bomba e depois fechar.
- Se algum ruído ou vibração for notado, ligar a bomba à linha de sucção por meio de mangueira flexível ou tubo plástico resistente, além de assentar essa mangueira em material amortecedor.
- Sempre que a bomba parar, abrir o lastro de gás para evitar que o óleo escorra para a câmara de sucção.
- Quando a bomba não estiver sendo usada, sua entrada e saída deverão ser fechadas para que as partes internas não se contaminem com o óleo.
- Trocar o óleo da bomba segundo as recomendações do fabricante ou quando o óleo se apresentar com coloração escura. Depois de drenar o óleo usado, colocar aproximadamente um terço da carga e deixar a bomba funcionar por uns quinze segundos ou girá-la com a mão, para limpeza. Depois, drenar esse óleo e colocar a nova carga.

Sempre restarão, no interior do sistema, ar atmosférico, outros gases incondensáveis e umidade em quantidade que dependerá do sistema de evacuação e desidratação empregado.

Se essa quantidade residual de vapores incondensáveis e de umidade não estiver dentro dos valores previstos, podem acontecer falhas como:

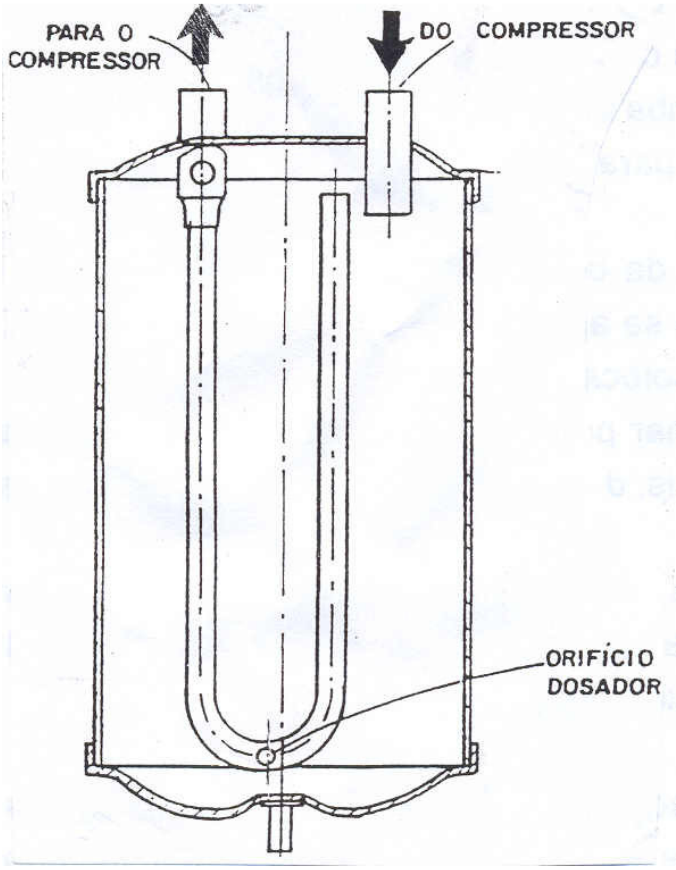
- Entupimento do capilar por congelamento do vapor de água na saída desse tubo situado na entrada do evaporador, essa é a falha mais comum, que se manifesta de imediato.
- Pressão alta de condensação devido a vapores que não se condensam à pressão normal da unidade refrigeradora.

Podem, ainda, ocorrer outros danos, como queima de óleo, oxidação das peças internas, além de problemas no isolamento elétrico do motor.

COMPONENTES DO SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO COMERCIAL

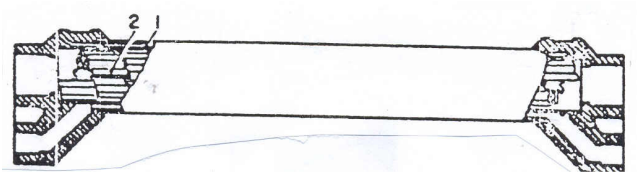
Acumulador de Sucção (Separador de Líquido)

As linhas de sucção, tanto em um caso como no outro, precisam de um acumulador de sucção. O acumulador evita a entrada de líquido e permite o retorno do óleo.



Nas instalações de refrigeração comercial e industrial, utiliza-se o acumulador de sucção, para evitar a entrada de líquido nos compressores, conforme já foi visto. Nas instalações de refrigeração para condicionamento de ar, utiliza-se o intercambiador de calor, onde há necessidade de uma troca de calor entre a linha de sucção, a fim de:

a) evitar a linha de sucção úmida e gelada;
b) melhorar o rendimento da válvula da expansão que receberá o refrigerante sub-resfriado isento de vapores.



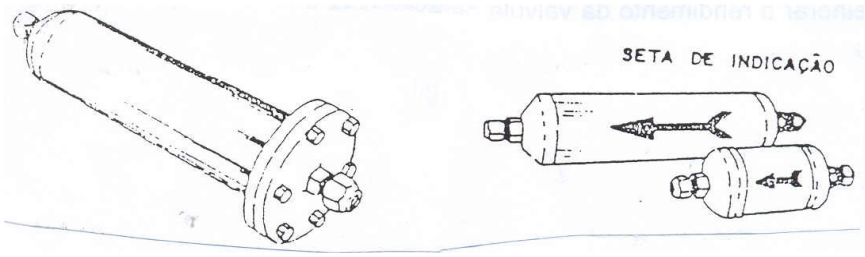
Funcionamento do intercambiador de calor

O intercambiador de calor transfere o calor do refrigerante da linha de líquido para o refrigerante frio, da linha de sucção. Assim sendo, o líquido sub-resfria e pode absorver mais calor do evaporador por quilo de refrigerante em circulação. Em contrapartida, o vapor da sucção superaquece, aumentando de volume, facilitando o trabalho do compressor, que aspirará um volume definido de gás, isento de líquido evitando danos no compressor ou formação de neve na linha de sucção. O desnível entre a unidade condensadora e o vapor deve ser, no máximo de 5 m, quando a unidade condensadora estiver abaixo do evaporador. Quando acontecer o contrário, ou seja, a unidade condensadora acima do evaporador, o desnível máximo será de 10 m. Neste caso, quando o desnível ultrapassar 5 m, é preciso instalar sifões (P-TRAP) a cada 3 m.

Filtros desidratantes e válvulas de retenção

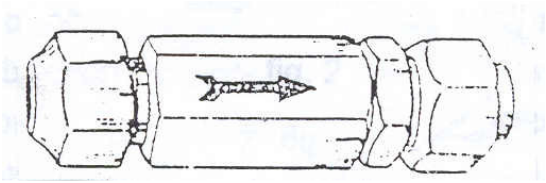
Filtros desidratantes

A finalidade dos filtros desidratantes é a de reter as impurezas contidas no interior da unidade e absorver a umidade de acordo com o tipo de filtro desidratante, há uma capacidade higroscópica referente. Nestes filtros deverá ser obedecida a posição quanto a colocação.

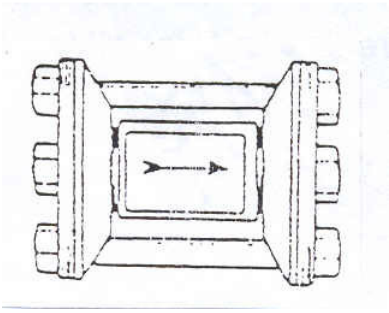


Válvulas de retenção

São dispositivos que permitem a passagem do líquido refrigerante somente no sentido da seta de indicação. Este tipo de válvula de retenção é para uso dos refrigerantes fluorados.



Existe também o tipo de válvula de retenção para sistemas que tanto trabalham com refrigerantes fluorados (R-12, R-22, R-502, etc.) como com amônia (R-717)



Resistência aquecedora do cárter

Não é necessário a entrada de refrigerante líquido no cárter do compressor, pois o óleo absorve refrigerante mesmo no estado de vapor, até que haja saturação da mistura. Os fabricantes de óleo para refrigeração possuem gráficos indicativos de solubilidade dos refrigerantes nos óleos, sob as mais variadas condições. A presença de refrigerante dissolvido no óleo poderá ocasionar sérios danos no compressor, particularmente naquela que possuem sistema de lubrificação forçada. Os seguintes fenômenos explicam como esta danificação pode ocorrer:

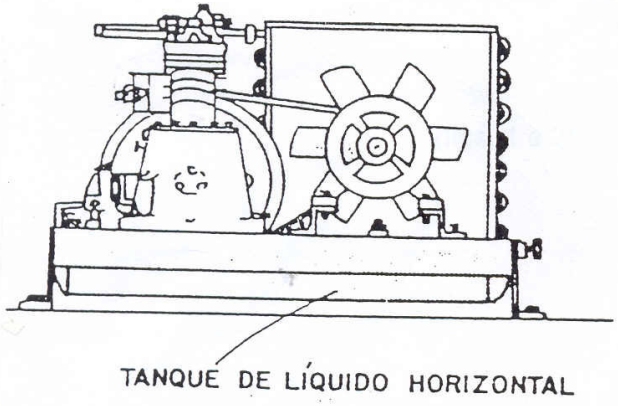
1. Quando o óleo estiver diluído por conter alta porcentagem de refrigerante, haverá a vaporização do mesmo nos mancais, provocando a remoção, em casos extremos, haverá fuga total do óleo do cárter do compressor.
2. A diminuição da pressão de sucção no momento da partida ocasionará a formação de espuma, devido à evaporação do refrigerante, podendo, em casos extremos, haver fuga total do óleo do cárter do compressor.

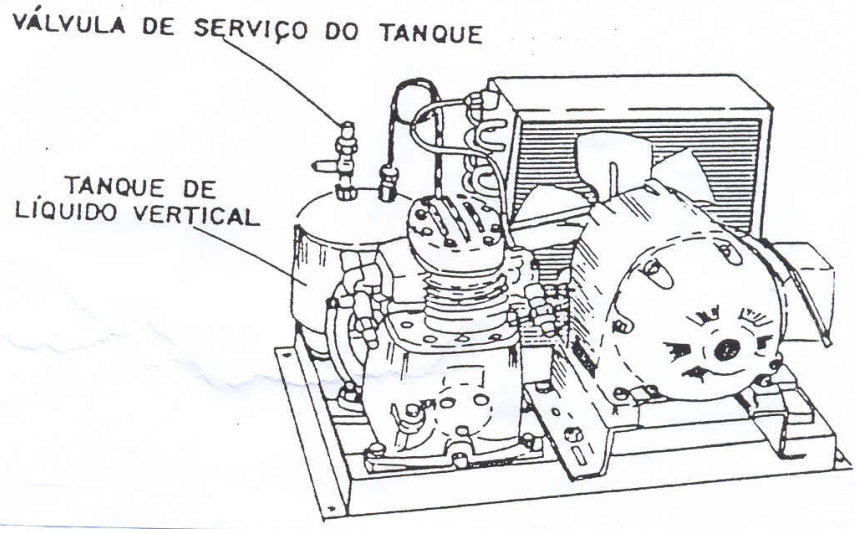
Os fenômenos 1 e 2 ocorrem mais pronunciadamente quanto mais rápido for a queda da pressão no cárter e quanto maior a pressão no momento da partida.

1. Aumentar a temperatura do óleo do cárter (com relação aos demais componentes do sistema, evaporador e condensador), o que é conseguido através da colocação de uma resistência de aquecimento do óleo do cárter, controlada termostaticamente ou através do contato auxiliar da chave magnética do contato do compressor, que mantém ligada unicamente com o compressor parado.
2. Baixar a pressão do cárter do compressor, durante o período de parada do mesmo, a um valor levemente inferior à pressão de sucção normal de trabalho havendo, desta maneira, no momento da partida, pequeno acréscimo de pressão no cárter, em vez de haver uma queda.

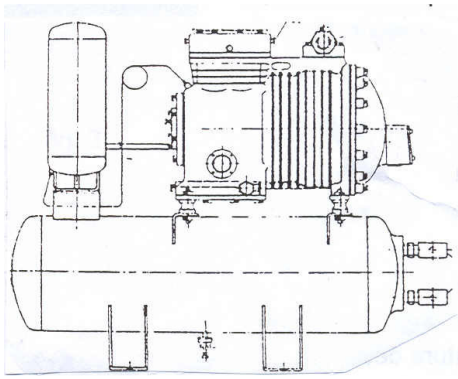
Tanque de líquido

Sua finalidade é absorver as pulsações do compressor e armazenar o gás refrigerante. E deve ter volume suficiente para armazenar todo o gás do sistema quando o mesmo for recolhido.

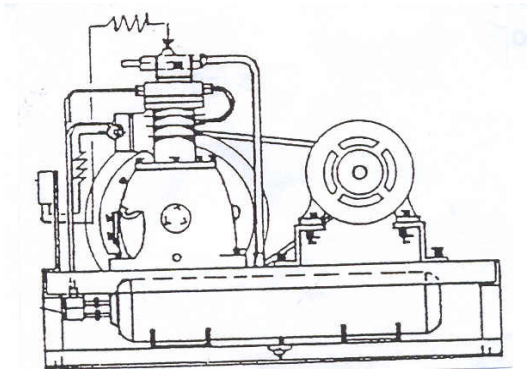




Os tanques de líquidos devem ser equipados com válvulas de serviço e de segurança. É importante observar que não se deve encher um tanque de líquido totalmente. Devemos enchê-lo até 80% de sua capacidade nominal. Os 20% restantes são reservados à expansão do líquido refrigerante nos sistemas com condensação à água, o condensador “Shel ande Tube” tem capacidade para acumular o gás refrigerante.



Observação:
Normalmente os sistemas com condensação a ar, equipados com válvula de expansão, são dotados de tanques de líquido.



Pressostato de baixa-alta e de óleo

Pressostato

O pressostato também chamado controle de pressão, é fabricado para ser utilizado nas pressões do sistema, desligando e ligando o mesmo, quando as pressões exercidas pelos fluídos refrigerantes e lubrificantes atingem valores predeterminados.

São três os tipos de pressostatos conhecidos: de alta e de baixa pressão conjugados, de alta e baixa pressão isolados, e pressostato de óleo. O funcionamento do pressostato muito se assemelha ao do termostato de bulbo remoto.

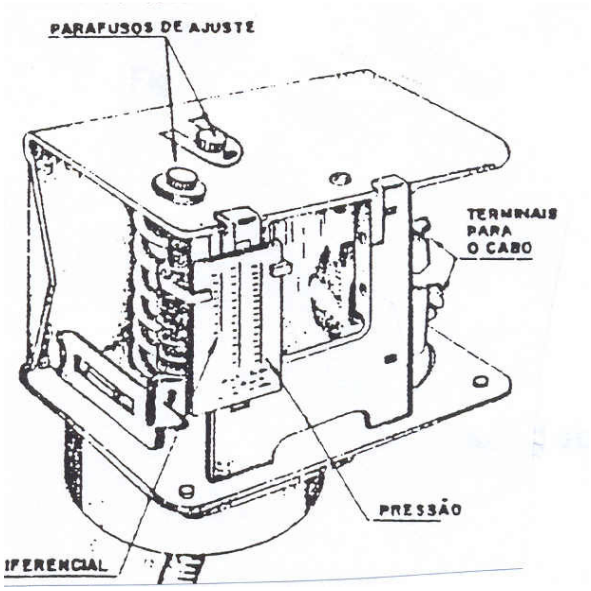
A principal diferença está na pressão que atua sobre o fole ou diafragma, isto é, no termostato essa pressão é exercida pelo fluído contido no bulbo em conseqüência da temperatura. Enquanto no pressostato a ação da pressão provém da compressão, nos de baixa pressão, atua na linha de sucção, e no de alta, atua na linha de compressão.

Pressostato de baixa

O pressostato de baixa atua como controle de temperatura e como elemento de segurança do sistema, pois sua atuação é em função das variações de pressão da sucção, permitindo, assim, a parada e o funcionamento da unidade. Sua regulagem é feita de modo que corresponda ao diferencial de temperatura desejado entre ligar e desligar.

Nota:

O pressostato de baixa deverá ser instalado na válvula de serviço da baixa pressão ou ainda no tampão do cárter.

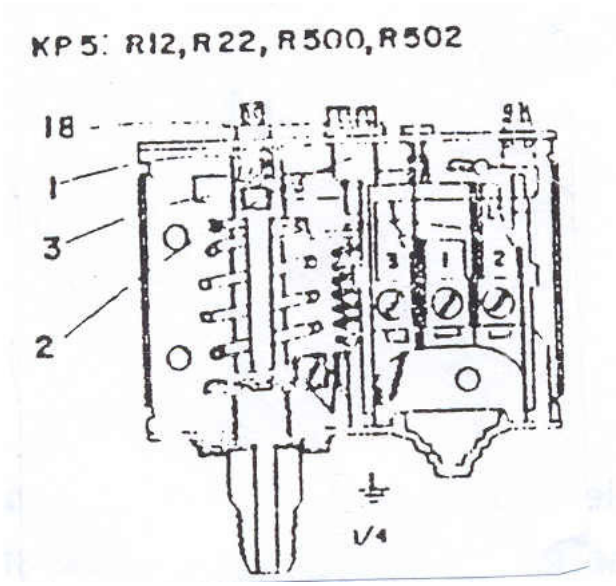


O pressostato de alta

O pressostato de alta é usado somente como controle de segurança de alta pressão, desligando o sistema, quando a pressão do gás atinge um valor predeterminado, acima do qual a pressão é considerada perigosa para o sistema.

É equipado com um interruptor unipolar (1), que interrompe o circuito entre os terminais 1 e 2, quando há um aumento de pressão no seu fole, isto é, quando aumenta a pressão de condensação. A ligação (3) deve ser ininterrupta, com o lado de alta pressão do compressor, de modo que este pare, se acaso a válvula de descarga estiver fechada, ou se houver alguma obstrução na linha de alta pressão. Girando o parafuso de regulagem (4) no sentido horário, ajusta-se o controle para interromper o circuito entre os terminais 1 e 2 a uma pressão mais elevada, e girando o parafuso (5) no sentido horário, ajusta-se o controle para o rearme (estabelecendo o circuito entre 1 e 2) a um diferencial mais baixo (pressão de interrupção = pressão de arranque + o diferencial).

Nota:
O pressostato de alta pressão deverá ser instalado na válvula de serviço de alta pressão.

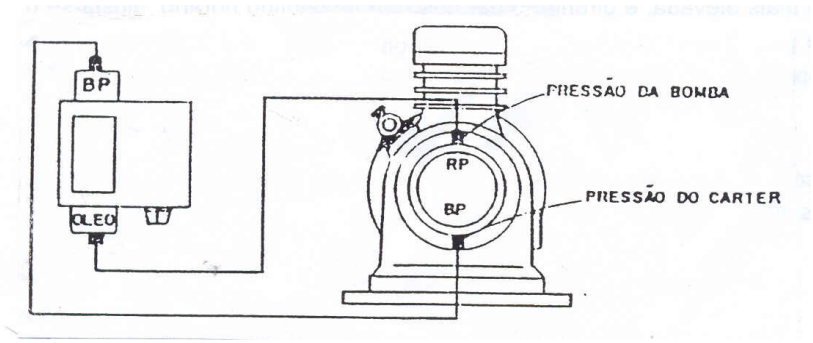


1. parafuso de regulagem de ligar;
2. parafuso de regulagem do diferencial de desligar;
3. braço principal;

18. trava dos parafusos

Pressostato de óleo

O pressostato de óleo serve para interromper o circuito, caso haja deficiência na lubrificação do compressor. Ele controla a diferença de pressão entre o cárter e a saída da bomba de lubrificação. Para saber a pressão da bomba de óleo, subtrai-se a pressão do cárter pela pressão da saída da bomba.



Funcionamento

Para que o pressostato de óleo não desligue o compressor durante a partida, um mecanismo de retardamento impede a sua ação durante 2 minutos. O desligamento do sistema pela ação do pressostato de óleo indica que há mal funcionamento do sistema de lubrificação. Normalmente este tipo de pressostato vem equipado com dispositivo de rearme manual.

Regular pressostato de baixa

É dar condições de perfeito funcionamento ao dispositivo de segurança do sistema de baixa e controle da temperatura. Sempre que forem instalados novos pressostatos, a regulagem destes é obrigatória. É indispensável esta operação, por ser o pressostato um dispositivo de controle de temperatura e de segurança.

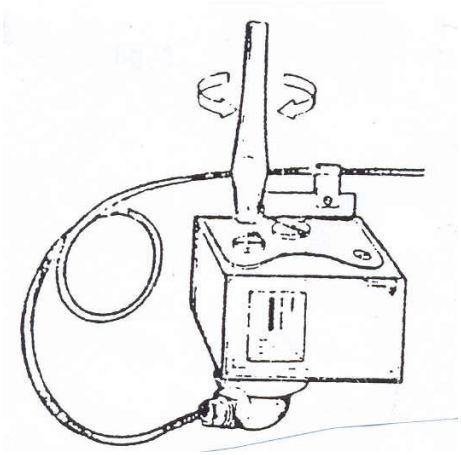
Processo de Execução

1º Passo – Instale manômetro de baixa

2º Passo – Instale o termômetro no evaporador

3º Passo – Regule o pressostato

a) Gire o parafuso do diferencial de pressão para a posição máxima, para que a máquina não desligue.
b) Ligue a unidade.
c) Gire o parafuso de partida até o ponto desejado.
d) Registre a leitura do manômetro.
e) Gire o parafuso de regulagem do diferencial de pressão, para que a máquina desligue.
f) Confira no manômetro, as leituras de parada e partida.
g) Veja se coincide com o diferencial de temperatura indicado pelo fabricante.
h) As leituras do visor do pressostato permitem erros de mais ou menos 3%.
i) Siga as instruções do fabricante.



Elaboração
Gilson Lira
José Rogério da Silva Júnior

Digitação
Patrícia de Souza Leão Batista

Diagramação
Anna Daniella C. Teixeira

Editoração
Divisão de Educação e Tecnologia – DET.